Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Implementación de un sistema de control interno de indicadores para reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Heydee Rosmery GONZALES ROQUE

ASESOR

Rosa María TIBURCIO ALVA

Lima, Perú

2019

Referencia bibliográfica

Gonzales, H. (2019). *Implementación de un sistema de control interno de indicadores para reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

METADATOS

Código ORCID del Autor:	**https://orcid.org/0000-0001-9098-6624**
Código ORCID del Asesor:	**https://orcid.org/0000-0002-2129-1623**
Grupo de Investigación:	**NO APLICA**
Institución financiada parcial o total:	**NO APLICA**
Ubicación geográfica de la Investigación	**Calle Santa Luisa 722, Urb. Azcarrunz Bajo, San Juan de Lurigancho**
Año o rango de años de la Investigación:	**2015-2019**
DNI:	**46440643**

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA N°043-VDAP-FII-2019

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **viernes 13 de diciembre de 2019,** a las 12:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL INTERNO DE INDICADORES PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UN PROYECTO MINERO A TAJO ABIERTO"

Que presenta la Bachiller:

GONZALES ROQUE HEYDEE ROSMERY

Para optar el Título Profesional de Ingeniera industrial en la Modalidad: **Ordinaria.**

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 13:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADA con la calificación promedio de DIECISEIS, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 13 de diciembre del 2019

MG. SALAS BACALLA, JULIO ALEJANDRO
Presidente

ING. MALCA CHUQUIRUNA, RAQUEL BEATRIZ
Miembro

MG. ORTIZ PORRAS, JORGE ENRIQUE
Miembro

ING. TIBURCIO ALVA, ROSA MARIA
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, Esperanza y Feliciano por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, gracias por mi educación no solo académica, sino de valores para la vida.

A mis hermanas Helen, Dina y Katherine por ser el motivo de mi superación, con el único fin de brindarles lo mejor que puedan obtener de mi para ellas.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo demostrar que la implementación de un sistema de control interno de indicadores permite tomar decisiones en tiempo real, con el único fin de reducir los costos totales de producción.

La implementación del sistema de control interno se realiza en base al análisis y desarrollo de la metodología de mejora DMAIC que consta de 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar.

Por otro lado, con el objetivo de exponer la implementación, la distribución de la tesis está compuesta por los siguientes ítems:

Capítulo 1: Planteamiento del Problema, este apartado tiene por finalidad mostrar el fin de la tesis. Por lo que, se explica porqué es importante en el ambiente científico y como profundiza los antecedentes que la sustentan. Igualmente, se define la pregunta de investigación que se pretende resolver, puntualizando en la hipótesis de trabajo que se pretende comprobar y los objetivos que dirigirán el trabajo.

Capítulo 2: Marco teórico, este capítulo tiene como propósito entregar el principio teórico en que se encuadra la implementación, con el objetivo de contribuir en el discernimiento del desarrollo. Encima, penetra en las teorías notables que deben ser entendidas para realizar la implementación, contribuyendo con los avances en las materias y limitaciones existentes.

Capítulo 3: Formulación de la Hipótesis, se elabora además de la hipótesis general, las hipótesis específicas y variables dependientes e independientes del trabajo de investigación.

Capítulo 4: Diseño Metodológico, en esta sección se explica el método del desarrollo, precisando en la población, tamaño de muestra, técnicas de recolección de datos, tipo de análisis a realizar, glosario particular de términos y por último la estructura de trabajo.

Capítulo 5: Análisis e Interpretación del Resultado, estos incisos describen el proceso actual y los pasos de la implementación, con el objetivo de referir los resultados alcanzados durante la explicación de la implementación y posterior análisis necesario, obteniendo respuesta a la hipótesis y objetivos. Asimismo, presenta la interpretación de los resultados más importantes para reflexionar la comprensión de la implementación.

Conclusiones y Recomendaciones, establecido los principales aportes de la investigación, se sienta la base de la dirección de próximas investigaciones, con el objetivo de encaminar los avances en el pensamiento innovador aplicado a la industria minera.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la minería en el Perú es vista como una actividad extractiva y altamente rentable, según Dammert & Molinelli (2007); además, la gran parte de estas, son desarrolladas en un ecosistema donde tiene todos los recursos a su disposición. Sin embargo, los altos costos de estos recursos: combustible, agua, energía, etc. y los conflictos sociales en la zona de influencia; crean la necesidad de planear una operación en tiempos de escasez. Este acondicionamiento a un proceso con recursos limitados promueve desarrollar un sistema de control interno de indicadores como característica diferenciadora y fuente potencial de ahorro para la empresa.

Según lo descrito en el párrafo anterior, las empresas concesionarias de estos proyectos mineros se han visto en la obligación de aumentar la productividad, satisfacer las necesidades del cliente, fomentar una cultura de seguridad en el trabajo y reducir al mínimo el impacto ambiental producto de sus actividades. Deben ser capaces de tomar decisiones ante cualquier tipo de cambio y planear estrategias que les permitan: tener el control de los recursos, reducir los costos y mejorar la rentabilidad de sus actividades.

Por último, para el desarrollo de la tesis, los productos son representados por la cantidad de material extraído, medido en toneladas métricas (TM), que se transportan en los proyectos mineros, y el cliente es el titular minero que tiene la necesidad de extraer el material.

I.EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

En el entorno general o global, es decir, dentro de la industria minera de extracción, se ve como el precio de los métales es un indicador sensible. Por ejemplo, según el International Monetary Fund (2017) la evolución del Índice de precios de metales (Figura 1), llegaron a pasar de 88.18 $/oz a 55.21 $/oz entre julio del 2014 a enero del 2016, respectivamente, precios que, si bien están mejorando en la actualidad, explican la necesidad de implementar un sistema de control interno de indicadores, con el fin de hacer las operaciones más eficientes y ser más competitivas en el mercado.

Figura 1. EVOLUCIÓN DE ÍNDICE DE PRECIOS DE LOS METALES BÁSICOS

* JUL.14 – JUN.19, 2005 = 100, INCLUYE ÍNDICES DE PRECIOS DE COBRE, ALUMINIO, MINERAL DE HIERRO, ESTAÑO, NÍQUEL, ZINC, PLOMO Y URANIO

Fuente: International Monetary Fund

Por lo mencionado, la investigación contribuye a ser una guía para el desarrollo de implementaciones, demostradas en la necesidad de tomar decisiones inmediatas basado en el seguimiento de indicadores claves de los procesos críticos, con el único objetivo de garantizar un servicio de calidad a sus clientes al menor costo y mayor utilidad para la empresa.

En el entorno particular, la implementación se desarrolla durante el año 2015; los primeros 6 meses del proyecto, los supervisores y gerencia contaron con un control de rendimiento mensual, lo cual no permitía tomar decisiones de manera oportuna. Este control consiste en que un colaborador, ubicado en un lugar frente al área de trabajo, registra manualmente todos los viajes de los camiones, para que posteriormente la data recolectada sea transcrita a hojas cuadriculadas. Y en adelante, sea

consolidada por un asistente, cada dos semanas la data era analizada y convertida en un informe para los interesados.

En resumen, se tenía escaso conocimiento del avance de la producción y del estado de la productividad, que es factor importante dentro de la misión de la empresa. La implementación de mejora integró herramientas informáticas con la finalidad de obtener indicadores confiables, precisos y en tiempo real.

1.1.1. Gestión de productividad actual

a) Objetivo Principal

El Área de Productividad del proyecto tiene como objetivo brindar soporte al área de Operaciones, monitoreando el desempeño de las operaciones mineras al emplear herramientas y técnicas de análisis de procesos para mejorar la productividad en la operación.

b) Control de Productividad de Carguío y Transporte

El control de productividad de carguío y transporte brinda información de producción y rendimientos brutos a los supervisores y gerencia, con el objetivo principal de generar acciones correctivas para el día de producción.

Los Inputs del sistema son los datos tomados diariamente en campo por los controladores a través de hojas de toma de datos con una plantilla básica de Horas.

Esta información es comunicada al Supervisor en el frente de trabajo para realizar alguna toma de decisiones de forma oportuna.

Posterior a la toma de datos, se recoge las hojas de datos y se consolida la información de tal forma que se generan los históricos que son analizados para brindar soluciones más significativas y de largo plazo.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema General

¿La implementación de un sistema de control interno de indicadores reducirá los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida la implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá el costo de carguío en un proyecto minero a tajo abierto?
- ¿De qué manera la implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento de carguío reducirá el costo de transporte en proyecto minero a tajo abierto?
- ¿Cómo influye la implementación del sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento al cumplimiento del plan de producción para reducir el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto?

1.3. Justificación e importancia de la Investigación

1.3.1. Justificación Teórica

En la presente investigación se realiza la implementación de un sistema de indicadores en un proyecto minero a tajo abierto o también llamado proyecto de minería superficial, a través de la metodología de mejora DMAIC, que es el acrónimo en inglés para cinco pasos que deben realizar en el orden descrito: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar (Define, Measure, Analyze, Improve y Control) con herramientas basadas en la filosofía lean para la implementación. Este proceso debe repetirse hasta que se alcance la mejora deseada.

En la primera etapa de Definir; se reconocerán las necesidades principales del cliente, que para la implementación serán interpretadas como las necesidades de la gerencia, acompañadas de los requerimientos críticos del servicio, tales como: costo unitario de la operación u otros indicadores de control.

En la fase de medir; se describirá los procesos, identificará y cuantificará las variables más relevantes de los procesos críticos, que serán elegidos del análisis histórico de costos unitarios hasta febrero del 2016.

Luego se continúa con el paso del análisis; se describen las causas básicas que ocasionan los problemas en la cadena de valor.

Posterior al proceso, se procede a la etapa de Mejorar, en la cual se desarrolla, prueba e implementa soluciones que ataquen las causas raíz.

Se termina el ciclo del DMAIC, con la fase de Controlar, en donde se calcula la nueva capacidad del proceso, así como la evaluación económica, en los cuales se muestra los beneficios alcanzados luego de ejecutarse la Fase de Mejora. Por último, se desarrollará y documentará el Plan de Control, el cual permitirá realizar el seguimiento a los indicadores para una mejor toma de decisiones futuras.

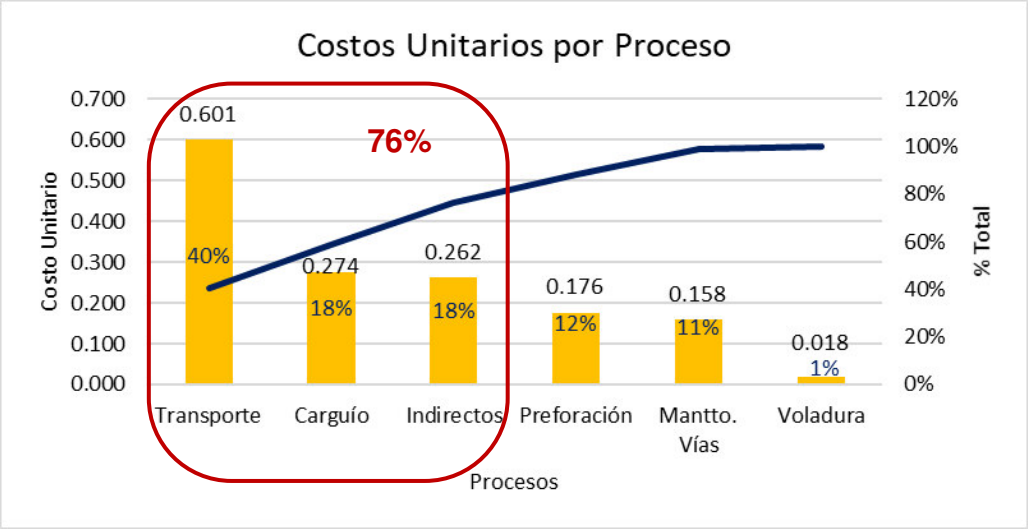
1.3.2. Justificación práctica

Luego de un análisis Pareto a los costos unitarios histórico por mes, durante 5 meses desde octubre del 2014 a febrero del 2015, en el proyecto minero a tajo abierto, se identificó que el proceso de minado es una secuencia de los siguientes procesos: perforación, voladura, carguío, transporte, mantenimiento de vías e indirectos; en donde la distribución de los costos es la siguiente: 12%, 1%, 18%, 40%, 11% y 18% respectivamente (Anexo 1. Histórico de CU); se encontró que entre los procesos de carguío, transporte e indirectos representan el 76% del costo total (Figura 2), además que el carguío y transporte son procesos continuos cuya efectividad son dependientes.

La eficiencia de los equipos en los procesos de carguío y transporte está basada en identificar y reducir constantemente los desperdicios generados en la operación. En esta tesis se busca mostrar que la mejor forma de tomar decisiones, minimizar los desperdicios en los procesos y desarrollar un planeamiento de minado en los procesos de carguío y

transporte es a través de la implementación de un sistema de control basado en el análisis de indicadores.

Figura 2. Costos Unitarios Mensual (oct.2015 – Feb.2016)



Fuente: Elaboración Propia

1.3.3. Justificación metodológica

La presente tesis en base al nivel de profundización, según la clasificación descrita por Castillero Mimenza (2017) en “Los 15 tipos de investigación (y características)” es investigación descriptiva, ya que pronostica eventos de la implementación.

Establecidas las conclusiones sobre la implementación, según el tipo de inferencia, es una investigación de método deductivo, puesto que se basa en un estudio de la realidad y a partir de la ley general se considera que ocurrirá en una situación particular.

Por último, la finalidad de esta implementación tiene como objetivo mostrar que el control empírico a través de indicadores reduce el costo

unitario de las actividades con la consecuente mejorar de la rentabilidad de la empresa.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Implementar un Sistema de Control Interno de indicadores para reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto.

1.4.2. Objetivos específicos

- Implementar el sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá el costo de carguío en un proyecto minero a tajo abierto.

- Implementar el sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento del carguío reducirá el costo de transporte en un proyecto minero a tajo abierto.

- Implementar el sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del cumplimiento del plan de producción reducirá el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto.

II.MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

A partir de las investigaciones realizadas en artículos, publicaciones existentes y trabajos de grado sobre indicadores operativos, como eficiencia, rendimiento de producción, análisis de costos en procesos continuos de producción y metodologías DMAIC respaldaron los conocimientos previos necesarios para algunas referencias que dieron inicio al estudio realizado.

2.1.1. Internacionales

a) Según Rey (2015), en su trabajo de grado implementó una mejora a través del desarrollo de la metodología DMAIC, el objeto de estudio es solucionar el alza de consumo de materiales indirectos en la planta.

   Con la implementación demuestra que, focalizando en el proceso con mayor desperdicio, se puede reducir el costo del consumo de sustancias indirectas en un 10% entre los dos años de análisis.

b) Según Pérez & García (2014) en su artículo demostró que una mayor velocidad en la producción se logra a través de la implementación de la metodología DMAIC, pasando de 47% en OEE a un 80% al final de las mejoras implementadas.

   A través del diagnóstico realizado se pudo mostrar la importancia para la cadena productiva, es decir, el poder medir en cada punto como se encuentra el proceso y como este afecta toda o parcialmente la producción. Incluso se logró medir indicadores que operan desde la parte administrativa que afectan de forma directa a los procesos de producción.

c) Según Raga (2015) en su trabajo de grado tiene como objetivo definir los indicadores de control de costos para lo cual comprueba que el éxito de un proyecto depende en gran medida de la calidad del sistema de control de proyectos y de la capacidad del equipo asignado para llevarlo a cabo.

   El resultado de su investigación comprueba que para el éxito del control es importante realizar mediciones cada 20% de avance del proyecto, y los indicadores asociados al uso de valor ganado.

2.1.2. Nacionales

a) Según Bances (2017), en su estudio de grado demostró que la implementación de la filosofía de mejora continua, herramientas estadísticas y de análisis mejora logra mejorar los tiempos de eficiencia de la maquinaria, de tal forma que en un año aumenta el indicador OEE de 36.6% a 86.9% además de lograr un aumento en la productividad del 41.12% de piezas/hora.

b) Según Jara (2017) en su implementación demuestra que un tablero de control formado por indicadores, desarrollada con herramientas estadísticas y metodologías de análisis como el diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa permite poder monitorear la productividad y desempeño de las diferentes áreas que realizan los procesos en la organización para de esa manera, de tal forma evalúa la situación actual y analizar las oportunidades de mejora o flujos de los procesos para generar una mejora a la organización, logrando subir la utilidad global en un 38.74% en un año del proyecto.

c) Según Lamas (2015), en su tesis de grado presenta una propuesta de mejora a través de la planificación puede mejorar el control de la producción. Comprueba que existe una merma del costo por una mala planificación como consecuencia del incumplimiento en los plazos de entrega. El análisis del planteamiento sostiene posterior a la implementación se obtiene un resultado de ratio de 1/4.87 de Costo/Beneficio respectivamente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Gestión de Procesos

Es un “sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente. Supone una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas de corte jerárquico – funcional.” (AITECO CONSULTORES, 2019).

Infiriendo, de lo mencionado por el parrafo anterior, el objeto de todo proceso es la obtención de un producto final, caracterizado de tal forma que cumpla con los niveles de calidad requeridos por el cliente.

2.2.2. Control de Procesos

Es el seguimiento y la comprobación del cumplimiento de las características del producto y las condiciones que la operan; ya que las entradas del proceso y condiciones son variables en el tiempo.

Según Mavainsa (2011, p. 1) “el sistema de control nos permitirá una operación del proceso más fiable y sencilla, al encargarse de obtener unas condiciones de operación estables, y corregir toda desviación que se pudiera producir en ellas respecto a los valores de ajuste.”

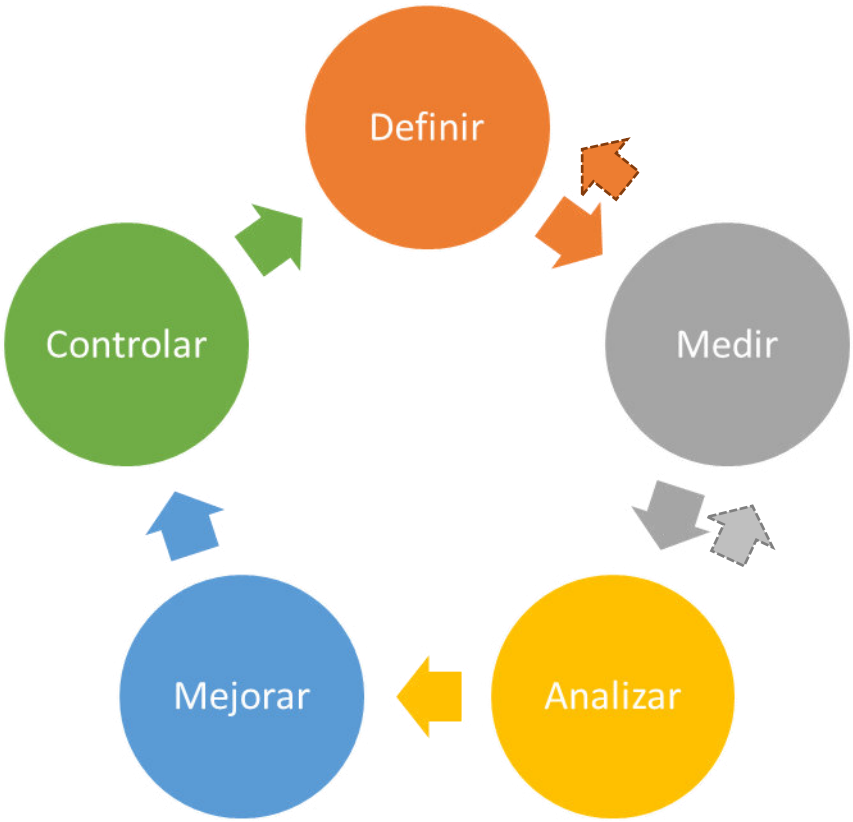
2.2.3. Método DMAIC

Es un procedimiento que se sigue para conseguir la mejora de un proceso siguiendo una secuencia de pasos de forma ordenada y sistemática con el fin de llegar a un resultado determinado.

Desarrollado por Motorola a principios de los 90's, la primera letra "D", agregada por General Electric, la cual comprende una estrategia de 5 pasos estructurados de aplicaciones generales. (Salazar López, 2016).

En el siguiente esquema (figura 3), muestra el ciclo de los pasos definidos por Motorola, mostrando una retroalimentación importante entre el primer y tercer paso.

Figura 3. Ciclo de Método DMAIC y su Interrelación



Fuente: Elaboración Propia

a) Definir

Es la fase inicial del método, en donde se escogen posibles proyectos de mejora dentro del entorno de la empresa. Posterior a ello la empresa seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores y con mayor retorno de beneficio. De acuerdo con Blackbelt (2018), para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: "¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?".

Las herramientas importantes para desarrollarse en esta fase para responder a estas preguntas son:

- El Charter del Proyecto
- Mapa de Proceso SIPOC
- Voz del Cliente
- Árbol Crítico para la Calidad (CTQ)

b) Medir

Una vez elegido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso (Greg, 2005). Para desarrollar está medición es necesario elegir cuáles son las características en el proceso que el cliente, para la presente

implementación es representada por la gerencia del proyecto, percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. Con el desarrollo de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente.

Blackbelt (2018) opina que esta etapa debe responder las siguientes preguntas: "¿Cuál es el proceso y como se desarrolla?, ¿Qué tipo de pasos componen el proceso?, ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores?, ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente?"

Entre las herramientas usadas en esta etapa se encuentran:

- Matriz de Priorización
- Análisis de Tiempo de Valor
- Gráficos de Pareto
- Gráficos de Control

c) Analizar

El siguiente paso tiene como finalidad analizar la data obtenida del estado del proceso actual y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta etapa se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. En esta fase se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso.

Las preguntas para contestar durante esta etapa según Blackbelt (2018) son: "¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar?, ¿Qué es de valor para el cliente?, ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones?"

Entre las herramientas más comúnmente usadas se encuentran:

- Diagramas de causa-efecto
- Estudio de correlación
- Prueba de Chi-Cuadrado, T y F
- Diagrama de flujo

d) Mejorar (Implementar)

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema.

Algunas de las preguntas que Blackbelt (2018) sugiere que deben de contestarse antes de pasar a la siguiente etapa son:

"¿Qué opciones se tienen?, ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito?, ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)?, ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora?, ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras?, ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios?"

Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de Ideas
- Modo de Falla y Análisis de Efecto
- Herramientas Lean

e) Controlar

Por último, establecida la manera de evolucionar el desempeño del sistema, se requiere consolidar que la conclusión pueda mantenerse por sí solo en un período largo de tiempo. En base a lo descrito se requiere diseñar e implementar una táctica de control que asevere que los procesos sigan fluyendo de forma eficiente. Por último, según Blackbelt (2018) algunas interrogantes a absolver en esta etapa son: "¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados?, ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?"

Por ende, con el objetivo de responder estas dudas se necesitarán de algunas herramientas como: el control estadístico mediante gráficos comparativos, diagramas de control, técnicas no estadísticas (estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo) y herramientas de planificación.

2.2.4. Indicadores

Según Bembibre (2010) es un elemento que se utiliza para indicar o señalar algo, puede ser concreto como abstracto, una señal, un presentimiento, una sensación o un objeto u elemento de la vida real.

Los indicadores pueden ser considerados como puntos de referencia, por la información e indicación que contienen per se, pudiéndonos brindar información de tipo cuantitativa o cualitativa

“Tienen como objetivo señalar datos y situaciones específicas. Normalmente, cada tipo de ciencia desarrolla sus indicadores que podrán ser más o menos efectivos y que tendrán por objetivo guiar el análisis o estudio de los fenómenos propios de esa ciencia.”, según se expone en Benbibre (2010).

Por último, será de rigor que contengan una extrema precisión y que correspondan de manera coherente con el tema en análisis. También deben acomodarse a los cambios, eso los hará confiables y demostrables, y tendrán que ser sencillos de lograr.

2.2.5. Diagrama de Flujo de Proceso

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso, cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.

Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial ente ellas (revisar figura 4), facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso y las operaciones de interdepartamentales.

De la misma forma, conforma una buena fuente para definir mecanismos de control de los procesos, así como de los objetivos concretos para las distintas operaciones llevadas a cabo.

Permite el empleo de acciones que resuman la mejora de las variables de tiempo y costos, además de incidir en la mejora de la eficacia y la eficiencia.

Figura 4. Símbolos Fundamentales

Fuente: Área Tecnológica

Según AITECO CONSULTORES, SL. (2019), “diagramar es establecer una representación visual de los procesos y subprocesos, lo que permite obtener una información preliminar sobre la amplitud de estos, sus tiempos y los de sus actividades.”

2.2.6. Herramienta ANDON

Es una herramienta que muestra el estado de la producción utilizando señales de audio y visuales. Andon es un término japonés que significa alarma, indicador visual o señal. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso

de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. Andon significa ayuda.

El objeto es mostrar el estado del proceso de producción por medio de señales visuales y de audio. Según Alarmas Acústicas y Visuales, S.A, (2016)

El Andon puede consistir en una serie de lámparas o señales sonoras que cubren por completo el área de producción, convirtiéndose en una herramienta para construir calidad en los productos de la línea de trabajo. Por lo tanto, si se presenta una dificultad las diferentes señales del Andon alertaran al supervisor informando que la estación de trabajo tiene un problema. Una vez evaluada la situación se toman las acciones apropiadas para corregir el respectivo problema.

2.2.7. Diagrama de Pareto

Según Gutierrez (2011) indicó que el diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades (ejemplo, figura 5), el diagrama se basa en el principio enunciado por Vilfredo Pareto que dice:

"El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan".

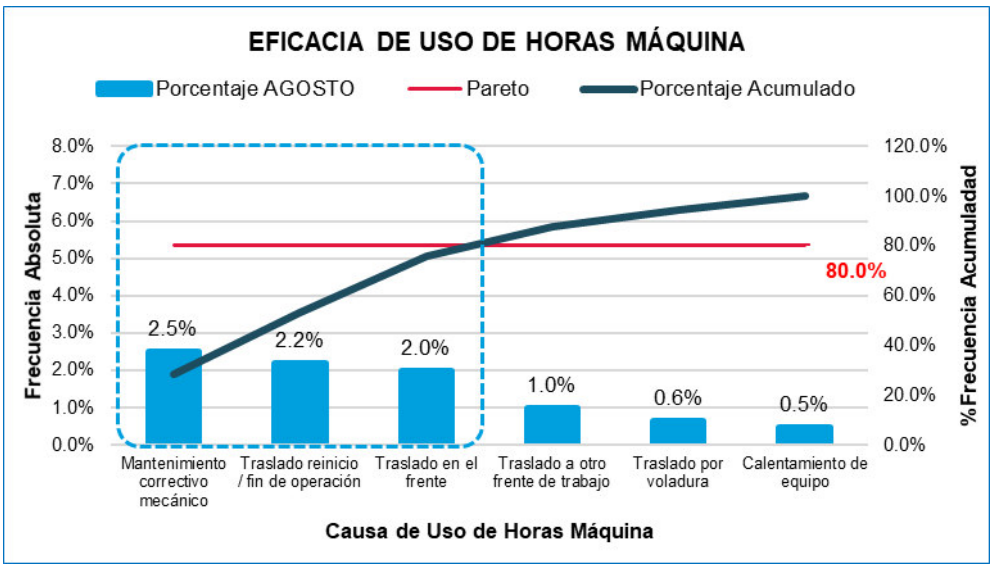
Básicamente estos diagramas son aplicados para:

- Mostrar factores más relevantes en un problema.

- Definir las causas del problema.

- Discernir el objetivo o elementos de mejora.

Figura 5. Pareto De Actividades De Horas Máquina



Fuente: Elaboración Propia.

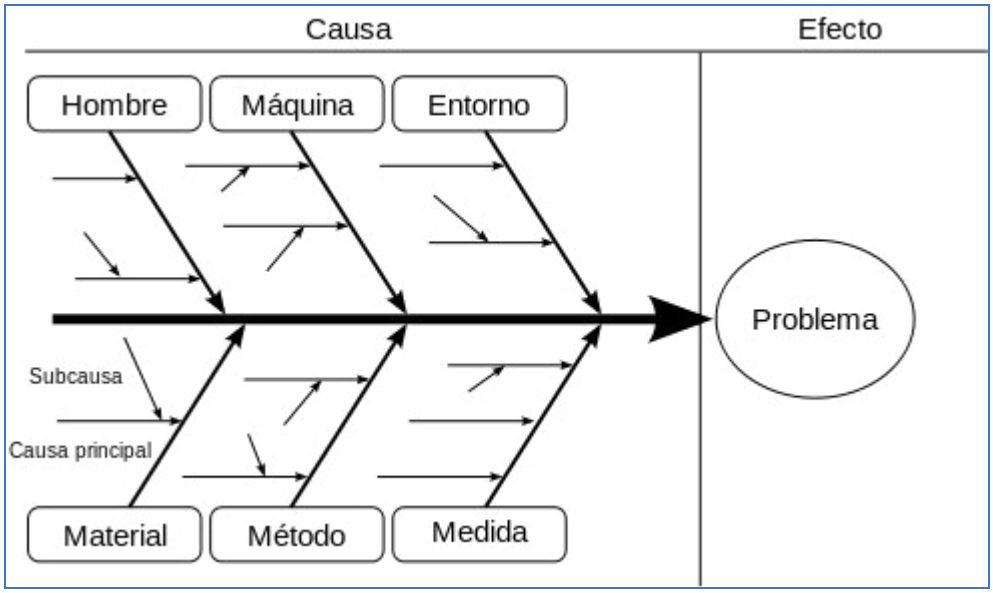
2.2.8. Diagrama Causa Efecto

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto), figura 6. Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama

permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Por último, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

Figura 6. Modelo Gráfico del Diagrama



Fuente: Elaboración Propia

2.2.9. Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida, según Salazar López (2016).

El Estudio de Tiempos demanda cierto tipo de material fundamental:

- Cronómetro

- Tablero de control

- Formatos de estudio de tiempos.

Cabe aclarar que, ante la evolución tecnológica, todas estas herramientas deberían sustituirse por sus equivalentes electrónicos.

Por último, según Salazar (2016, p.15) se resalta que existen 2 procedimientos básicos para medir los tiempos:

"Lectura continua: Acciona el cronómetro y se lee en el punto de terminación de cada elemento, sin desactivar el cronómetro.

Vuelta a cero o lectura repetitiva: Acciona el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina."

2.2.10. Mapa de Necesidades del Cliente

Según Socconini (2019) es una herramienta que a través de la lluvia de ideas permite validar las necesidades o requisitos del cliente. Se basa en tres principios para el desarrollo:

a) Planificación
b) Recopilación de datos
c) Análisis de datos y conclusiones

Pasos para la elaboración

1) Tormenta de Ideas
2) Agrupación por categorías

3) Clasificación (por nivel de importancia o criticidad)

2.3. Marco Conceptual

- **Acarreo o Transporte:** Etapa o proceso productivo en donde se traslada el material cargado desde la zona de carguío hasta la zona descarga correspondiente de acuerdo con el tipo de material.
- **Carguío:** Retirar el material cargándolo de la zona producto de los disparos hacia los equipos de acarreo.
- **Ciclo de minado:** Es la secuencia de etapas a seguir para realizar la extracción de material desde la plataforma de perforación a la zona de descarga.
- **Malla de Perforación:** Ubicación y distribución de puntos sobre cada proyecto, obedeciendo a un diseño; los que posteriormente se ubicarán en el campo, se perforarán y se obtendrán taladros.
- **Perforación:** Primera etapa del ciclo de minado consiste en lograr la penetración a la roca formando aberturas o taladros en el macizo rocoso.
- **Proyecto de Perforación:** Son áreas o zonas definidas en el Plan Anual de Minado, los que se perforarán y posteriormente serán volados para la obtención de la roca fragmentada para su posterior carguío y acarreo. Estos proyectos son codificados en forma secuencial y replanteados en campo a medida que van apareciendo.
- **Taladro:** Hueco o agujero dejado en el terreno al realizar la perforación. Los taladros ejecutados se codifican en forma secuencial.
- **Voladura:** Fragmentación de la roca, de tal manera, que satisfaga los requerimientos del resto del ciclo de minado (carguío y acarreo). Esta

fragmentación de roca involucra la acción de un explosivo y la respuesta del macizo rocoso.

- **Zona de carguío:** Lugar donde se posiciona el equipo respectivo para cargar el material hacia el equipo de acarreo.
- **Zona de descarga:** Lugar donde se descarga el material transporte que usualmente puede ser en un botadero o cancha.
- **SUCAMEC:** Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil.
- **Proceso:** es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido.
- **Productividad:** es la relación entre la cantidad de productos obtenidos en un sistema y los recursos utilizados para obtener dicha producción.
- **Actividades Productivas:** son aquellas actividades dedicadas exclusivamente a la producción. Ejemplo: Carguío de material, Perforación de taladro, etc.
- **Actividades Contributorias:** Son aquellas actividades que son necesarias para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, en el cual se consumen recursos (horas máquina, horas hombre, etc.).

  Cabe mencionar que, al reducir el tiempo de estas actividades al mínimo posible, la eficiencia del proceso aumentará. Ejemplo: Abastecimiento de combustible, Calentamiento de equipo, Indicaciones y coordinación, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento correctivo programado, Traslado en el frente, etc.

- **Actividades No Contributorias:** Son aquellas actividades que no generan valor en la operación y seque consumen recursos (horas máquina, horas hombre, etc.).

  Estos tiempos improductivos deben ser eliminados mediante una eficiente gestión de la operación, mejorando la eficiencia del proceso. Ejemplo: Espera por camión, Falla de equipo, Falta de recursos, Mantenimiento correctivo no programado, Sobrecarga, Stand by por descrestar material, Traslados innecesarios, etc.

- **Horas Cronológicas:** Es el tiempo cronológico por día.

  Ejemplo:

  1 día= 24 horas

  1 turno= 12 horas

- **Horas Disponibles Mecánicamente:** Es el tiempo disponible que se cuenta con el equipo operativo, es decir, descontando todas las intervenciones que se le realiza al equipo. Se determina como la multiplicación de las horas cronológicas por la disponibilidad mecánica.

  Ejemplo:

  1 día= 24 horas, Disponibilidad mecánica: 87%

  $$\text{Horas disponibles} = 24\text{x}87\% = 20.88 \text{ horas}$$

- **Horas Utilizadas:** Es el tiempo disponible en el que el equipo se encuentra operando y realizando su función principal.

  Estas horas no necesariamente deben ser iguales a las horas brutas.

  Ejemplo:

Horas disponibles= 20.88 horas, Utilización= 90%

$$\text{Horas utilizadas} = 20.88 \text{ x } 90\% = 18.79 \text{ horas}$$

- **Horas Brutas:** Es el tiempo que la máquina se encuentra con motor encendido y está definida por la diferencia de lectura de horómetros, incluye horas de taller con motor encendido y las horas utilizadas.

$$\text{Horas Brutas} = \text{Horometro final} - \text{Horometro inicial}$$

Ejemplo:

Horómetro inicial: 20510, Horómetro final: 20522

$$\text{Horas Máquina} = 20522 - 20510 = 12 \text{ horas}$$

Con respecto a la proyección, el cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Horas Bruta Proyección}$$
$$= \text{Hcronológicas x disponibilidad mecánica (\%) xfactor horas taller}$$

- **Horas Netas:** Es el tiempo efectivo de uso del equipo, descontando el tiempo empleado de las actividades que no contribuyen directamente al proceso.

$$\text{Horas Netas} = \text{Hcronológicas x disponibilidad mecánica(\%)}$$

$$\text{x utilizacion(\%)x eficiencia de carguío}$$

Ejemplo:

Disponibilidad total=87%, Utilización= 95%, Eficiencia de carguío=90%

Horas Netas= 24 x 87% x 95% x 90%= 17.85 horas

- **Utilización (%):** porcentaje de las Horas Disponibles en que el equipo se encuentra operando y realizando su función principal. Se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Hdisponibles}}{\text{Hdisponibles mecánicamente}} \text{x } 100$$

- **Eficiencia de proceso (%):** es la relación que existe entre Horas Netas y Horas Brutas.

$$\text{Eficiencia}(\%) = \frac{\sum \text{horas netas}}{\sum \text{horas brutas}} \text{x } 100$$

Ejemplo:

$$Eficiencia\ (\%) = \frac{9.5}{12} x100 = 79.16\%$$

- **Rendimiento Bruto:** es la cantidad de producción que realiza una unidad productiva (equipo y grupo de trabajo) por hora considerando el total de actividades: productivas, contributorias y no contributorias.

Ejemplo:

$$\text{Rendimiento Bruto de Carguío} = \frac{\sum \text{toneladas}}{\text{Horas Brutas}}$$

Toneladas PAL-01: 53,912, Horas Brutas: 21

$$\text{Rendimiento PAL} - 01 = \frac{53{,}912}{21} = 2{,}567 \text{ tm/hm}$$

- **Rendimiento Neto:** es la cantidad de producción que realiza una unidad productiva (equipo y grupo de trabajo) por hora sin considerar los tiempos que no contribuyen directamente a la operación.

  Ejemplo:

$$\text{Rendimiento Neto de Carguío} = \frac{\sum \text{toneladas}}{\text{Horas Netas}}$$

  Toneladas PAL-01: 53,912; Horas Brutas: 21; Paradas no contributorias: 0.5

$$\text{Rendimiento PAL} - 01 = \frac{53{,}912}{21 - 0.5} = 2{,}634 \text{ tm/hm}$$

- **Rendimiento Bruto Flota:** Es la cantidad de producción, que realizan los equipos principales con su respectivo grupo de trabajo, ya sea en el proceso de carguío, perforación y transporte, considerando el total de actividades: productivas, contributorias y no contributorias.
- **Rendimiento Neto Flota:** Es la cantidad de producción por hora, que realizan los equipos principales con su respectivo grupo de trabajo, ya sea en el proceso de carguío, perforación y transporte, sin considerar los tiempos que no contribuyen directamente a la operación.
- **Tiempo de carga:** es el tiempo que emplea el equipo de carguío para realizar su actividad principal y depende del número de pases necesarios para llenar la capacidad del camión.
- **Tiempo de transporte:** es el tiempo que emplea para transportar el material desde su frente de carguío hacia su zona de descarga y depende del peso del equipo y las condiciones de la vía.

- **Factor de Llenado:** Indica el porcentaje del volumen del balde, que normalmente está ocupado.
- **VIMS "Sistema de Administración de Información Vital":** es una herramienta de Caterpillar para la administración de los camiones mineros. En este sistema, se puede obtener tiempo de ciclo, velocidad cargado y vacío, consumo de combustible, etc.
- **Cliente:** Responsable de establecer las expectativas de ganancia, según Socconini (2019, pág. 94).
- **Hojas de Recolección de Datos:** Es una herramienta que permite, en sus diferentes formas, manejar la recolección de la información de una manera segura y que sirva para la utilización de herramientas más sofisticadas, para posteriormente definir una acción.

III.FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

La implementación de un sistema de control interno de indicadores logra reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto.

3.2. Hipótesis específicas

HE1. La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá el costo de carguío en un proyecto minero a tajo abierto.

HE2. La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento de carguío reducirá costo de transporte en proyecto minero a tajo abierto.

HE3. La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento al cumplimiento del plan de producción reducirá el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto.

3.3. Variables

En función al Cuadro 1, se muestra las variables independientes (X) y dependientes de la presente investigación (Y) relacionadas a cada hipótesis de trabajo mencionadas en el subcapítulo anterior.

Cuadro 1. Variables Independientes y dependientes

HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES
La implementación de un sistema de control interno de indicadores logra reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto.	Variable Independiente: X0: Control Interno de indicadores.	N° Indicadores
	Variable Dependiente: Y0: Costos Unitario de Producción	Costo por hora USD/TM movido
HIPÓTESIS ESPECÍFICO	**VARIABLES**	**INDICADORES**
La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá la eficiencia de carguío en un proyecto minero a tajo abierto	X1: Eficiencia de carguío	% eficiencia de Carguío
	Y1: Costos Unitario de Carguío	Costo por hora de carguío USD/TM movido
La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento de carguío reducirá costo de transporte en proyecto minero a tajo abierto	X2: Rendimiento de carguío	TM/HORA de carguío
	Y2: Costos Unitario de Transporte	Costo por hora de transporte USD/TM movido
La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento al cumplimiento del plan de producción reducirá el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto	X3: Cumplimiento del plan de producción	TM Ejecutadas / TM Planeadas
	Y3: Costos Unitario Indirecto	Costo por hora indirecto USD/TM movido

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este apartado detalla el método a implementarse, fijando las variables medibles, la estructura de trabajo y el tipo de análisis a realizar, según Vara (2012).

4.1. Tipo de Investigación

La implementación de este proyecto se realizó una investigación de tipo aplicada.

Se inició el diagnóstico de la realidad directa de las fuentes donde se generó la información, en este caso en el proyecto minero. Y donde se aplicó el método DMAIC.

Por lo tanto, “es aplicada porque la implementación no solo describe la situación o eventos sino establece relaciones entre conceptos y variables; su enfoque se evidencia en exponer porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta la investigación (Vara, 2012).”

4.1. Diseño de la Investigación

En función a lo descrito por Vara (2012, p. 122) “bajo el enfoque de investigación cuantitativa, el diseño aplicado a la implementación es correlacional, ya que se muestra la relación existente entre las variables, en una muestra de estudio”.

4.2. Población y Muestra

La población, según Sampieri (2014, p. 174), “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, mientras que la muestra es un subgrupo de la población”.

Es decir, un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que se denomina población.

Para la presente implementación solo se ha aplicado el concepto de la muestra a las horas necesarias para determinar la eficiencia de carguío de todo el periodo del mes.

Por ende, la muestra está conformada por las horas necesarias en toma de tiempos en el frente de carguío para determinar la eficiencia.

El proyecto minero trabaja durante 2 turnos continuos de 12 horas cada uno, además se tiene 4 equipos de carguío (palas hidráulicas); por lo que como población en un mes está conformada por:

Población Mensual = N° Eq. Carguío x N° días por mes x N° Horas por día

Población Mensual = 4 x 30 x 24 = 2,880 horas

En este caso, considerando que la variable es el número de horas, según Triola (2006, pág. 7), es una variable continua como parte de una población finita, se toma solo una muestra de 339 horas, que garantiza una confianza del 95%, precisión del 5% y una proporción estimada de 50% (maximiza el número de muestra), revisar Figura 7.

Figura 7. Plan de Muestreo, Datos Continuos

Plan de Muestreo, Datos Discretos		
1.- Información inicial		
a) Que es lo que se va a contar.	Unidades =	Horas
b) Cual es el tamaño de la población.	N =	2'880
c) Que proporción de la población estimada	p =	50%
d) Cual es la precisión de esta estimación (proporción en decimales)	+/- d =	5%
e) Seleccione el nivel de confianza (z = 1.96 para un 95%)	z =	1,96
2.- Determinar el tamaño de muestra		
$n = p(1-p) / (d/z)^2$	n =	384
3.- Ajuste para población finita		
a) Determina la proporción de la muestra	n / N =	0,13
b) Si n/N es mayor a 0.05, ajuste con la siguiente formula	n / (1+ n/N) =	339

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos que se utilizaron son: medición de tiempos, entrevistas, observación directa, revisión de fuentes bibliográficas. La entrevista con el personal supervisor del proceso permitió conocer la situación actual de la problemática, así como también los puntos de vista, observaciones y/o sugerencias del personal para la mejora del proceso.

La técnica de observación directa con medición de tiempos permitió obtener datos de la forma de trabajo y condiciones actuales utilizadas como base para el desarrollo del tema.

Al mismo tiempo, se efectuó la revisión bibliográfica la cual proporcionó la base para el establecimiento de criterios en el manejo de la información obtenida.

4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de información

El método DMAIC se utilizó para el análisis de la información; además a través de este se sugiere la utilización de las siguientes herramientas:

- Pensamiento y Herramientas Lean: Optimizar el proceso.

- Diagrama de Pareto: Decretas los procesos importantes.

- Diagrama Causa efecto: Esclarece el principio y proyectos de mejora en base a los defectos originales de los procesos críticos y responsables de las demoras.

V.ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa

Por políticas de privacidad, se reserva el nombre del proyecto, debido a que se presenta en esta implementación datos reales de contrato, costos de mano de obra y otros costos de procesos, por ello se le asigna el nombre “proyecto minero”.

El proceso en el área de operaciones está determinado por el ciclo de minado (figura 8) que consta básicamente de cuatro etapas: perforación, voladura, carguío y acarreo (transporte), sin dejar de lado los trabajos indirectos o servicios auxiliares que se realizan como apoyo antes, durante

y después de cada etapa, para que estas puedan ser ejecutadas correctamente.

Figura 8. Ciclo de minado

Fuente: Elaboración Propia

La empresa matriz ofrece al mercado servicios de ingeniería, construcción, servicios mineros, negocios en concesiones de infraestructura y desarrollos inmobiliarios.

Terminó excelentemente varios de los proyectos importantes y emblemáticos del Perú, tanto en el sector privado como en el sector público.

Según expuso el gerente general y dueño, lo anterior mencionado es resultado de su sólida cultura empresarial, en donde aprecian a su gente como su principal activo organizacional.

Focalizando, el proyecto minero brinda servicios de desarrollo de minas (incluyendo actividades de perforación, voladura, carguío y el transporte de mineral y estériles), generando valor mediante una gestión innovadora, el

uso de tecnología de punta y aprovechando la vasta experiencia de la compañía en el manejo de proyectos complejos.

Por último, se resalta que la empresa matriz está incrementando con diversos clientes potenciales para nuevos contratos.

5.1.1. Servicio

Realizar la extracción y transporte de material estéril y mineral.

Cuadro 2. Descripción General del Proyecto Minero

Proyecto	Proyecto Minero Sector Mina 11, 14 y 19
Cliente:	La Minera
Plazo Ejecución:	8 años
Fecha Inicio:	Mayo 2015
Ubicación:	Perú

Fuente: Elaboración Propia

a) Alcance del Proyecto

La minera ha reiniciado las operaciones de las Minas 14, 11 y apertura de operaciones en la Mina 19; lo cual implica ejecutar el desarrollo de este sector (Etapa 1).

El alcance de este contrato consiste en ejecutar las operaciones de las Minas anteriormente mencionadas en un plazo de 3 años. Estas operaciones consisten en extraer el material estéril de estas minas y llevarlo a lugares indicados en los diseños y planes de minado de la minera.

La primera etapa de exploración y planeamiento de ejecución está prevista extraer 93.16 MM TM según estimados del área de Planeamiento Mina y Geología de la minera. El cual comprende el siguiente detalle (cuadro 3):

Cuadro 3. Material en Minas 14, 11 y 19, I - Etapa

MATERIALES	TONELAJE (TM)
Encapado de Roca (inc. arenales)	86’233,685 TM
Mineral. Oxidado	1’853,071 TM
Baja Ley de Mineral. Oxidado	1’247,452 TM
Desmonte	3’838,960 TM
TOTAL	**93’163,168 TM**

Fuente: Elaboración Propia

El progreso de las actividades en las minas mencionadas comprende principalmente el planeamiento de explotación de minas, perforación, voladura, carguío y transporte de materiales, bajo la supervisión y visto bueno de la minera. Por último, abarcan servicios auxiliares como: perfilado de taludes, mantenimiento de vías, control topográfico, etc.

Cabe mencionar que el inicio contractual de la segunda etapa del proyecto fue el 01 de octubre del 2015 y el plazo de ejecución es de 30 meses, teniendo como fecha de término contractual el 31 de marzo del 2018.

5.1.2. Valores organizacionales

Visión

Ser reconocida como una empresa líder en servicios mineros de clase mundial por su productividad, innovación y gran capacidad de adaptación, superando las expectativas de sus clientes.

Misión

Contribuir al éxito de nuestros clientes al desarrollar nuestras operaciones con altos estándares de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, enfocándonos en la productividad y empleando la tecnología para lograr un negocio sostenible.

5.1.3. Stakeholder

Los principales Interesados que se registraron en el proyecto son los siguientes:

- **La minera,** es el cliente a quien hay que entregar un producto de calidad en el plazo y costo previstos. Cumpliendo con las obligaciones contractuales.

- **La Gerencia General y el Directorio de la empresa Matriz**, por la expectativa y asesoría de éxito de negocio en el Proyecto.

- **Los Empleados y Trabajadores,** que tenían expectativa por la situación laboral y la estabilidad que el proyecto les puede ofrecer, además de la oportunidad de crecimiento profesional.

- **Los Principales Subcontratistas (Socios Estratégicos),** son empresas subcontratistas que prestan servicios al proyecto, y que mutuamente desarrollan y comparten conocimientos, nuestros socios estratégicos en el Proyecto son: Ferreyros, Sandvik y Renova.

- **Los Principales proveedores,** son empresas que suministran productos y/o servicios al proyecto según nuestros requerimientos.

- **Los Proveedores Locales,** que tienen la oportunidad de hacer negocios con la empresa en una escala mucho mayor a la acostumbrada, como es el caso de restaurantes, alojamientos, ferreterías, librerías, etc.

5.1.4. Equipos

Durante el periodo de duración de la primera etapa del proyecto; en minas 11, 14 y 19; se utilizaron diversos equipos para el desarrollo del proyecto, entre los principales son los equipos de carguío y transporte, el resto de los equipos puede verse en el Anexo 2. Otros Equipos de Maquinaria Pesada.

Figura 9. EQUIPO DE CARGUÍO: PALAS ELECTROHIDRAULICAS

Pala Hidraulica			Pala Electrohidrauilica
	Modelo	6040 FS	
	Capacidad de cuchara	22 m3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4. EQUIPO CAMIÓN MINERO

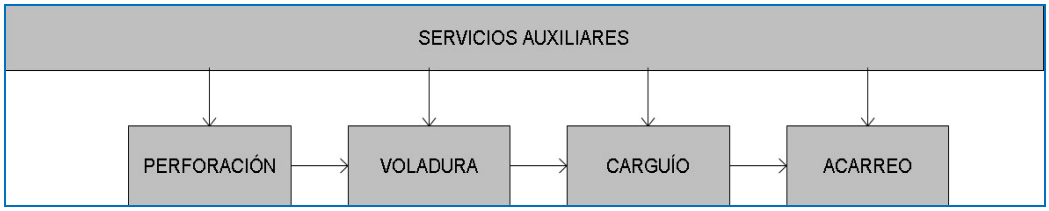
Camión Minero	
	Modelo: CAT - 785 C
	Capacidad: 150 TM

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5. Procesos del Ciclo de Minado

El proceso consta de cinco procesos principales (figura 10):

Figura 10. Diagrama de Procesos del Ciclo de minado



Fuente: Elaboración Propia

Perforación: A través de perforadoras se obtienen muestras de roca que son analizadas en el mapa del terreno para determinar la densidad en la zona.

Voladura: Permite fragmentar el terreno.

Carguío y acarreo: Las rocas fragmentadas son trasladadas hacia los botaderos.

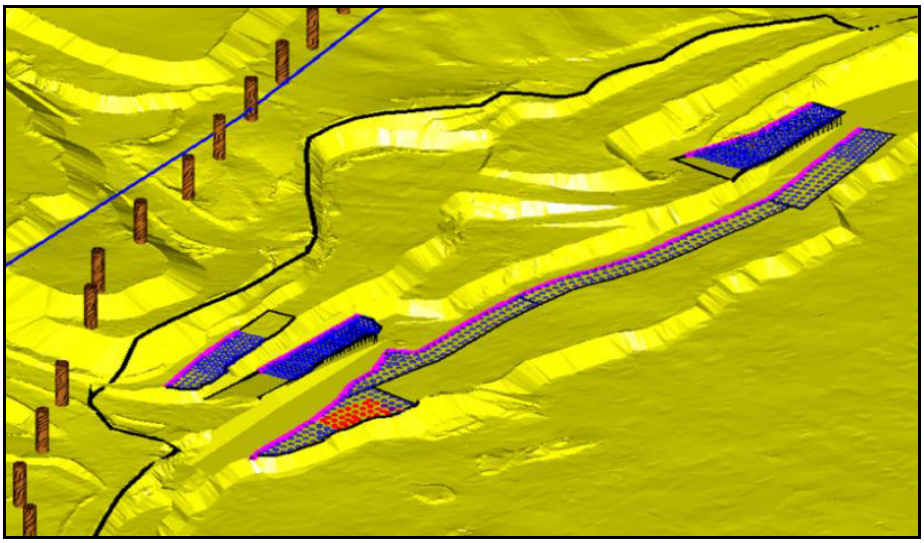
Servicios Auxiliares: Son actividades relacionadas de apoyo a las principales.

A continuación, se detalla la descripción de cada proceso, en donde la información se obtuvo de la descripción de cada dueño del proceso del proyecto minero.

a) Proceso de Perforación

- Es la primera operación en la preparación de voladura. Su propósito es abrir en la roca huecos cilíndricos denominados taladros en donde se alojarán los explosivos y accesorios iniciadores.
- El efecto de fricción y golpe resulta en la trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la broca. La ganancia en el proceso de perforación se define en obtener la máxima profundidad al menor costo.
- En el proyecto minero la actividad de perforación se desarrolla en base al Plan de Minado anual, mensual, semanal se diseñan los proyectos de perforación, según el tipo de roca se diseña diferentes tipos de Malla de perforación (figura 11).

Figura 11. Plan de Perforación



Fuente: Elaboración Propia

- Insitu en mina se preparan las plataformas de perforación (desniveles menores a 12°, figura 12), para que ingresen las perforadoras. También se preparan vías secundarias para equipos auxiliares (Cisterna de agua, cisterna de B5, otros).

Figura 12. Preparación de Plataformas

Fuente: Elaboración Propia

- Terminada la plataforma, Topografía marca Insitu la malla de perforación según el planeamiento (figura 13).

Figura 13. Marcado de Malla Perforación

- Se inicia el traslado de la perforadora a su plataforma (figura 14), se ubica en su primer punto marcado y se inicia con la perforación de taladros de toda la malla de perforación según proyecto.

Figura 14. Traslado de Perforadora

Fuente: Elaboración Propia

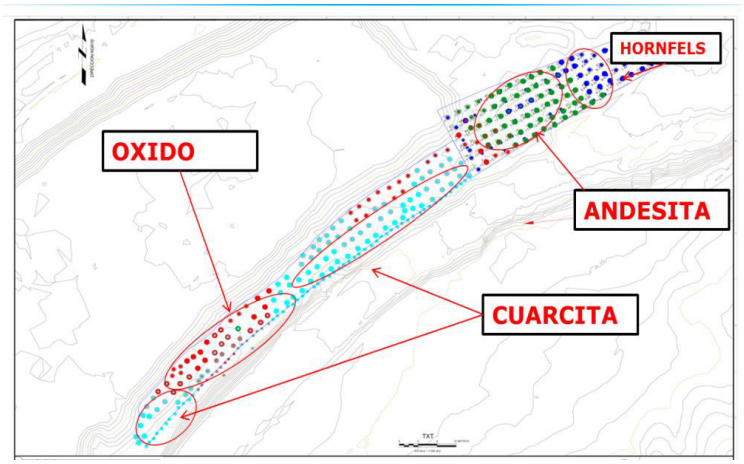
- Se continúa la perforación hasta terminar todo el proyecto de perforación (figura 15), Finalmente se repite el ciclo de perforación para todos los proyectos de perforación según el plan de minado mensual.

Figura 15. Perforación De Taladros

Fuente: Elaboración Propia

- Después de terminado el proyecto de perforación se procede a levantar los taladros Insitu para logueo (figura 16) y reconocer y confirmar a qué tipo de material corresponde.

Figura 16. Logueo de Taladros



Fuente: Elaboración Propia

- **Equipos**

- En el proyecto de minero se utilizó Perforación Percusión/rotación y Rotación solamente.

Cuadro 5. Tipos de Perforadoras

Perforadora D245S	Perforadora 1190E
	

Fuente: Elaboración Propia

b) Proceso de Voladura

- Su definición más sencilla de definir seria que es la acción de fracturar o fragmentar la roca mediante el uso de explosivos comerciales.

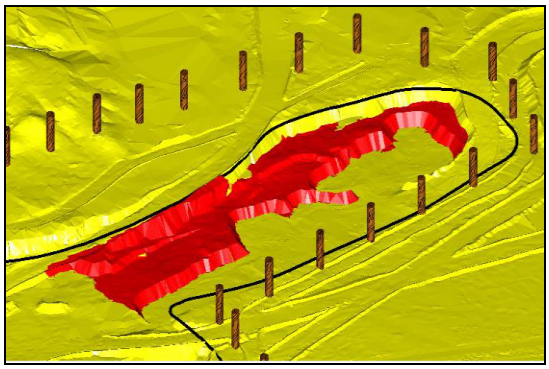
- En función a los principios de mecánica de rotura, la voladura es un proceso tridimensional, en donde la fuerza generada por los explosivos encerrados dentro de los agujeros perforados en la roca origina un área de gran concentración de energía que resulta en dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento.

- En este proceso usamos diferentes softwares para diseñar y monitorear nuestras voladuras:

- JK Simblast: Software para diseños y simulación de voladura.
- Split Desktop: Software para análisis de fragmentación
- Blastware: software para análisis de vibraciones

- En el proyecto minero la actividad de Voladura se desarrolla cumpliendo con el plan de Minado y programa de Voladuras, se inspecciona y se realiza los controles para preparar las mallas de perforación a Disparar.

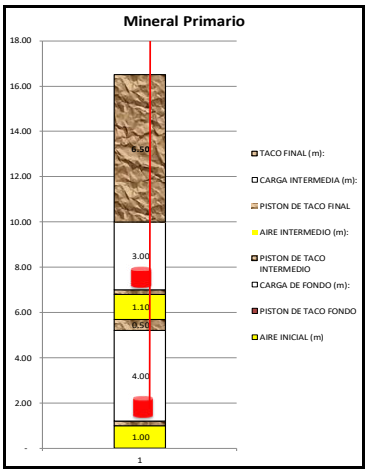
Figura 17. Plan de Voladura



Fuente: Elaboración Propia

- Se diseña la carga (figura 18) de taladros según el tipo de roca a cargar y disparar. El mismo diseño se entrega al supervisor para que inicie la carga de taladros.

Figura 18. Diseño de Carga



Fuente: Elaboración Propia

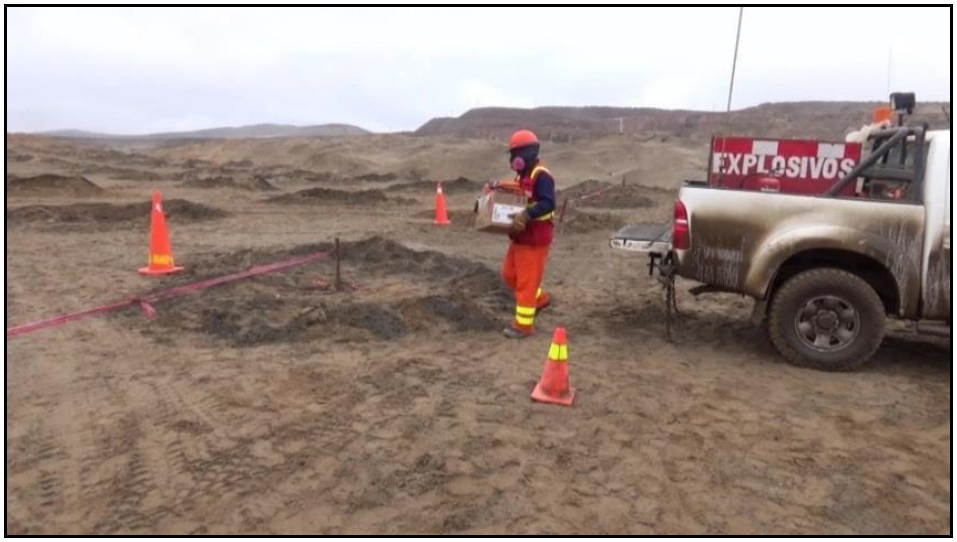
- Se procede a abastecer en Planta Monsanto de la minera, los camiones fabrica con agentes de voladura; Nitrato de Amonio, combustible y Emulsión Matriz. Estos agentes se transportan a los proyectos de Voladura (figura 19).

Figura 19. Abastecimiento de Camión Fábrica

Fuente: Elaboración Propia

- Los accesorios y explosivos también se recogen de Planta Monsanto y se transporta a los proyectos de Voladura (figura 20).

Figura 20. Transporte de Explosivos



Fuente: Elaboración Propia

- Preparado el proyecto de Voladura se procede a primar, cargar con mezcla explosiva y tapar con material tipo grava o detrito los taladros cumpliendo en diseño de carga (figura 21, 22 y 23).

Figura 21. Primado de Taladros

Fuente: Elaboración Propia

Figura 22. Carguío de Taladros en el Camión Fábrica

Fuente: Elaboración Propia

Figura 23. Tapado de Taladros

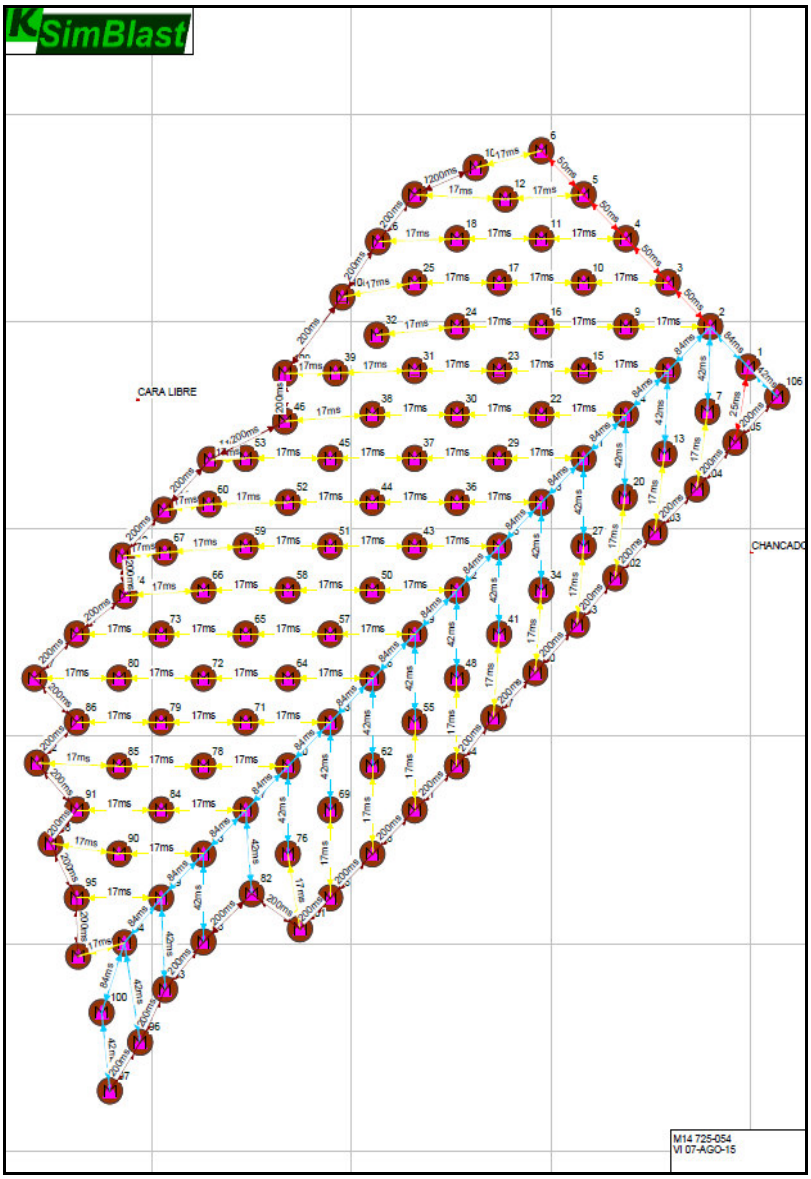
Fuente: Elaboración Propia

- El mismo día de programada la voladura se procede al amarre, conexión del proyecto de Voladura con los accesorios, cumpliendo el diseño de Amarre del disparo, para el diseño se utiliza el software JK Simblast (Figura 24 y 25).

Figura 24. Software JkSimblast

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Diseño de Malla en Software JkSimblast



Fuente: Elaboración propia

- Terminada las conexiones se procede a la revisión general del proyecto, verificando que todos los taladros estén conectados (figura 26).

Figura 26. Revisión de Accesorios

Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente, con el proyecto listo para el disparo se inicia el protocolo de voladura (despejando personas, animales a 500 m y equipos a 300 m), los vigías se colocan en sus puntos cerrando toda el área de influencia de Voladura (figura 27).

Figura 27. Evacuación de Equipos

Fuente: Elaboración Propia

- Se instala el sismógrafo para el monitoreo de vibraciones. Cumplido el protocolo se procede con el Disparo del proyecto de Voladura (figura 28 y 29).

Figura 28. Chispeo del Proyecto Voladura

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. Voladura

Fuente:Elaboración Propia

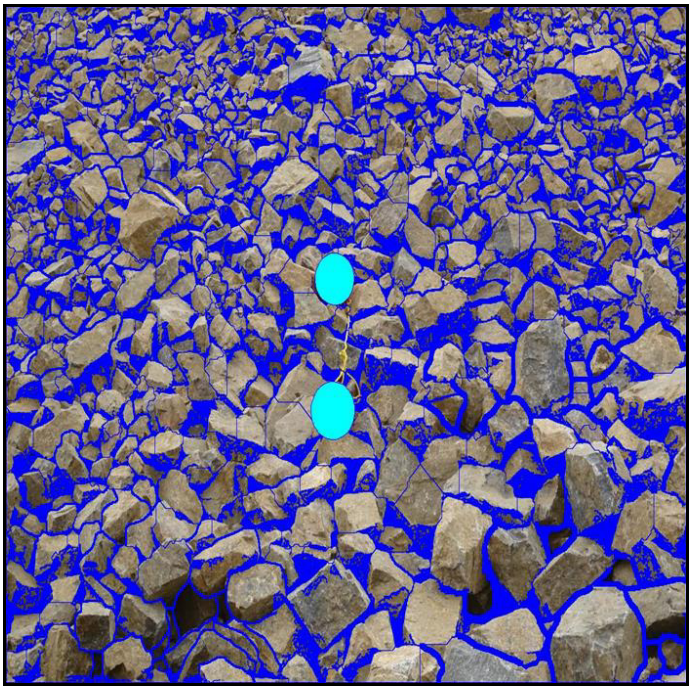
- Después de 5 minutos se ingresa a revisar la voladura, si todo está bien se informa “Voladura sin Novedad” y se reanuda las operaciones.

- Después también se toma fotografías (figura 31) para el análisis de fragmentación con nuestro software Split Desktop (figura 30), obteniendo el tamaño de las partículas de rocas en pulgadas, este indicador se le conoce como el P80.

Figura 30. Software Split Desktop

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Análisis de Fragmentación en Software Split



Fuente: Elaboración Propia

c) Procesos Carguío

- Se requiere de un plan de minado mensual entregado por el área de planeamiento indicando las zonas (provenientes de las zonas post-voladura) y los equipos a trabajar (figura 32).

Figura 32. Ingenieros Revisando el Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

- Antes de iniciar el carguío de material disparado o algún movimiento de equipo, se realiza el IPERC (matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles) y el checklist respectivo.

- Se procede a preparar la zona de carguío, para lo cual se requiere (eventualmente) de equipo de apoyo como tractor de orugas, tractor de ruedas, cargador frontal, cisternas de agua, etc., que dejen habilitada la zona de carguío para la operación de los equipos.

Figura 33. Limpieza de Pisos en el frente de carguío

Fuente: Elaboración Propia

- En caso se requiera, un ayudante verifica el buen estado exterior del soporte de sujeción “Ximena” (cable de energía de la pala), realiza inspección del aguijón y neutrón del cable de energía.
- Cumplida la habilitación de la zona de carguío y la verificación del cable alimentador de energía (si se utiliza pala electrohidráulica), el Operador de Pala energiza (pala electrohidráulica) el equipo para luego arrancarlo previa comunicación al Jefe de Guardia y/o Supervisor.
- El equipo de carguío inicia su traslado para posicionarse en la zona junto con la flota de transporte correspondiente para iniciar la operación.
- Una vez que el equipo de carguío llego a su zona de trabajo, el Operador de Pala debe tomar siempre como referencias las estacas y cintas de color colocadas por el área de topografía para el adecuado control del nivel del piso.

Figura 34. Señalización para control de pisos

Color	Significado
	Piso: Está en el piso
	Relleno: Se ha excedido
	Corte: Falta para llegar la piso
	Cresta límite de minado: Límite de carguío

Fuente: Elaboración Propia

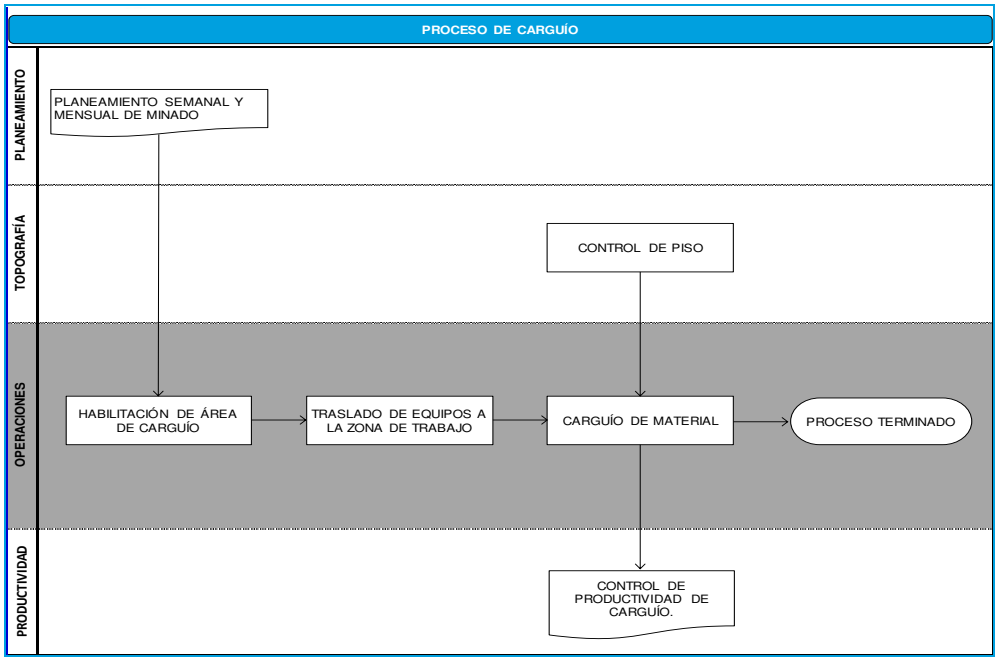
- El Operador de Pala dirige el cucharón al material fragmentado por la voladura para iniciar la operación (este se realiza desde la parte posterior de la tolva del camión). Una vez cargado el cucharon de la pala con el material, gira hacia el camión estacionado a uno de sus lados para luego descarga el material centrando la carga para evitar derrames o caída de material por la visera o tolva del camión, hasta completar el tonelaje permitido.

Figura 35. Carguío en el Camión

Fuente: Elaboración Propia

- Finalizada la descarga, el Operador de Pala comunica con un toque largo de claxon al Operador del Camión para que salga del área.

Figura 36. Diagrama de flujo de carguío



Fuente: Elaboración Propia

- **Equipos**

Durante el periodo de duración de la primera etapa del proyecto; en minas 11, 14 y 19; se utilizó una pala hidráulica 6040 AC FS y cuatro palas electrohidráulicas 6040 AC FS.

Cuadro 6. Tipos de Palas

Pala Hidraulica			Pala Electrohidrauilica
	Modelo	6040 FS	
	Capacidad de cuchara	22 m3	

Fuente: Elaboración Propia

d) Procesos Transporte

- Se requiere de un plan de minado mensual entregado por el área de planeamiento indicando las zonas y los equipos a trabajar.

- Al iniciar el acarreo del material, el Operador de Camión advierte sus intenciones de movimiento mediante toques de claxon (comunicación acústica) como sigue:

  Encender el camión - 01 toque el claxon.

  Avanzar - 02 toques el claxon.

  Retroceder - 03 toques el claxon.

  Emergencia - Toque largo.

  El operador de pala toca una sola vez su claxon indicando que pueden acercarse los camiones a la zona de carguío.

- El camión ingresa a la zona de carguío (equipo 37) en sentido horario al carril donde esté libre de equipos y con las condiciones óptimas. Si es necesario el ingreso antihorario, se coordinará previamente con el supervisor.

Figura 37. Ingreso del camión

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez posicionado el camión para realizar la maniobra de retroceso (figura 38) e ingresar al carril respectivo, esta toca tres veces el claxon e inicia el retroceso guiándose siempre con el contrapeso de la pala para no invadir la zona de giro de esta.

Figura 38. Camión en retroceso

Fuente: Elaboración Propia

- Luego que el camión este estacionado al lado de la pala y cargado con el material, el operador de pala le tocara el claxon una sola vez al operador del camión para que este se retire de la zona de carguío y lleve el material a la zona de descarga.

Figura 39. Camión hacia la zona de descarga

Fuente: Elaborción Propia

- El camión saldrá de zona de carguío incrementando la velocidad lentamente para evitar derrames de material por movimientos bruscos de este.

Figura 40. Traslado de Camiones en ruta

Fuente: Elaboración Propia

El transito normal en la vía de acarreo se realiza por el lado derecho, respetando siempre la distancia mínima entre equipos de 50 m.

Figura 41. Tránsito al lado derecho

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez llegado el camión a la zona de descarga donde se ubica un ovalo o señalización de cambio de sentido de tránsito, este hará su ingreso por el lado izquierdo bordeando la celda de descarga y girando en sentido horario hasta quedar el camión perpendicular al muro de seguridad.

  El camión retrocede hasta 20 cm. antes del muro de seguridad, levanta la tolva, descarga y baja la tolva.

Figura 42. Camión descargando

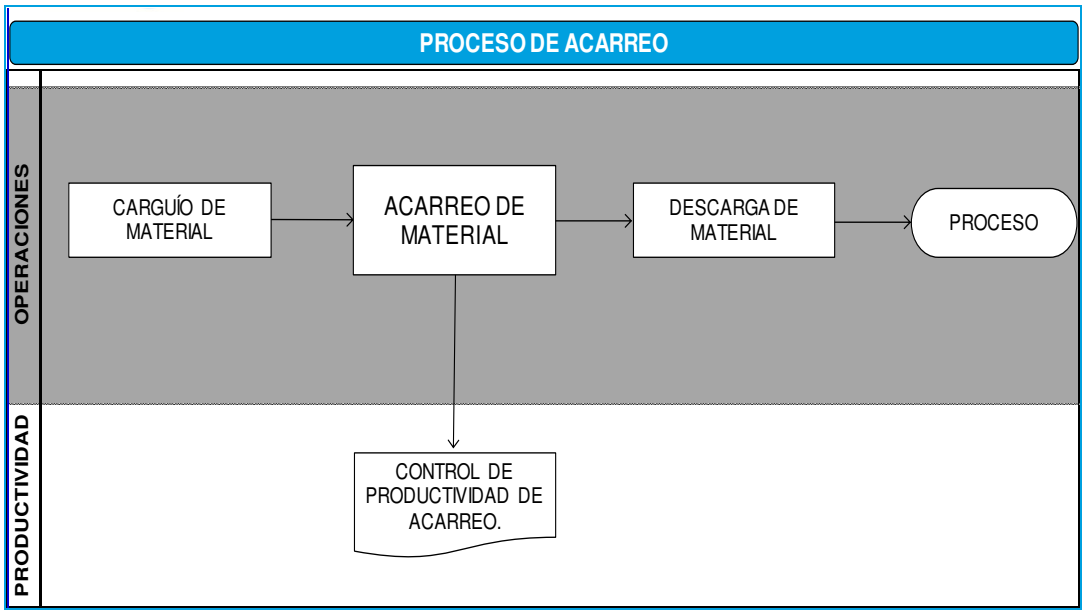
Fuente: Elaboración Propia

- Una vez el camión este descargado, regresa a la vía acarreo dirigiéndose nuevamente a la zona de carguío para continuar con la etapa de acarreo.

Figura 43. Regreso a Zona de Carguío

Fuente: Elaboración Propia

Figura 44. Flujograma de Acarreo



Fuente: Elaboración Propia

- **Equipos**

Durante el periodo de duración de la primera etapa del proyecto; en minas 11, 14 y 19; se utilizó 20 camiones mineros 785 C distribuidos para los equipos de carguío (palas) de acuerdo con diferentes factores y/o condiciones.

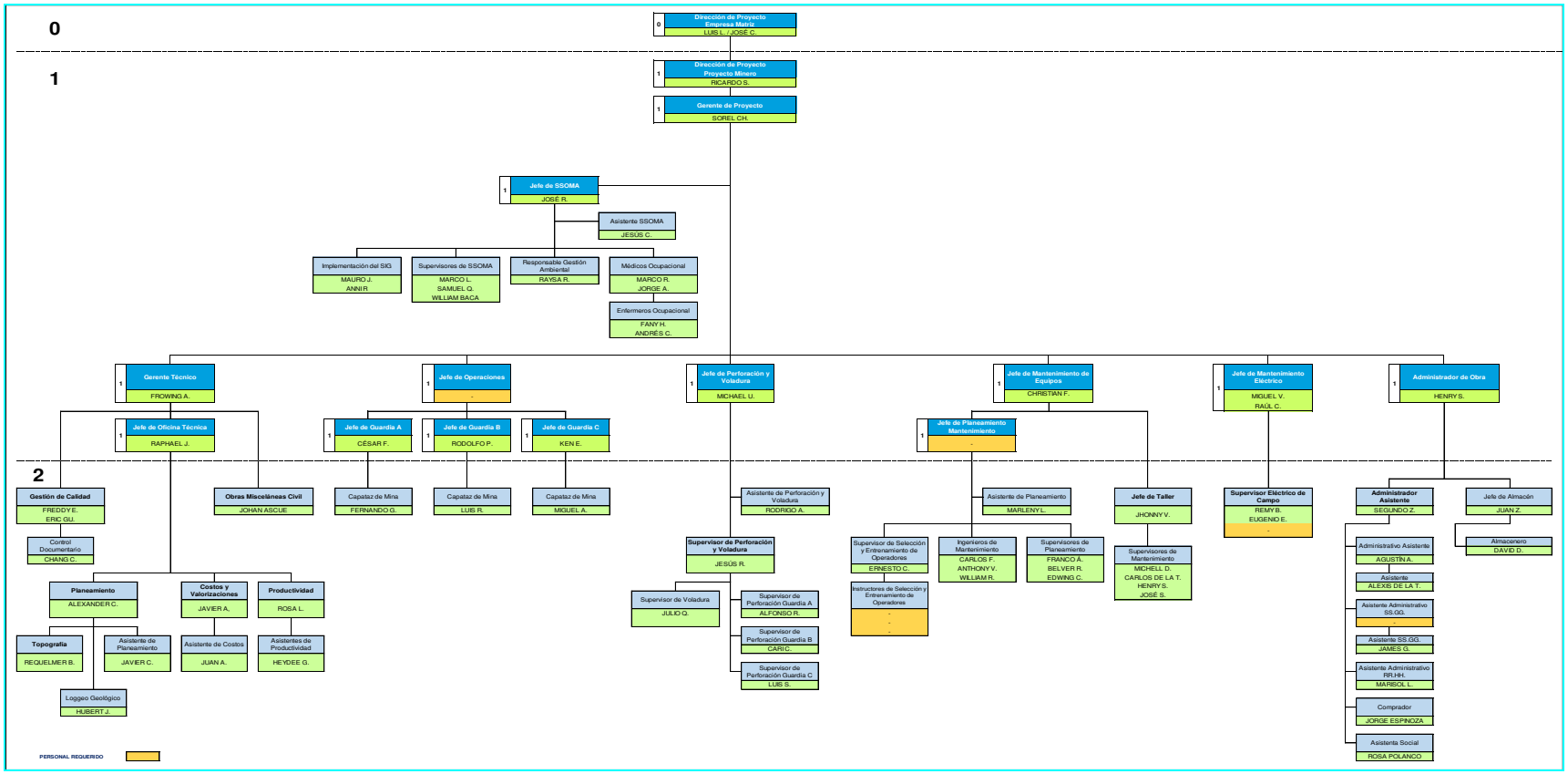
Cuadro 7. Camión minero 785C para acarreo

Camiones mineros		
Modelo	CAT 785 C	
Capacidad Carga útil nominal	136 TM	
Factor de llenado:		
Capacidad al ras (piso plano)	74 m3	
Capacidad colmada (piso plano)	91 m3	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6. Organigrama General

Figura 45. Organigrama Durante Periodo Máximo Del Proyecto



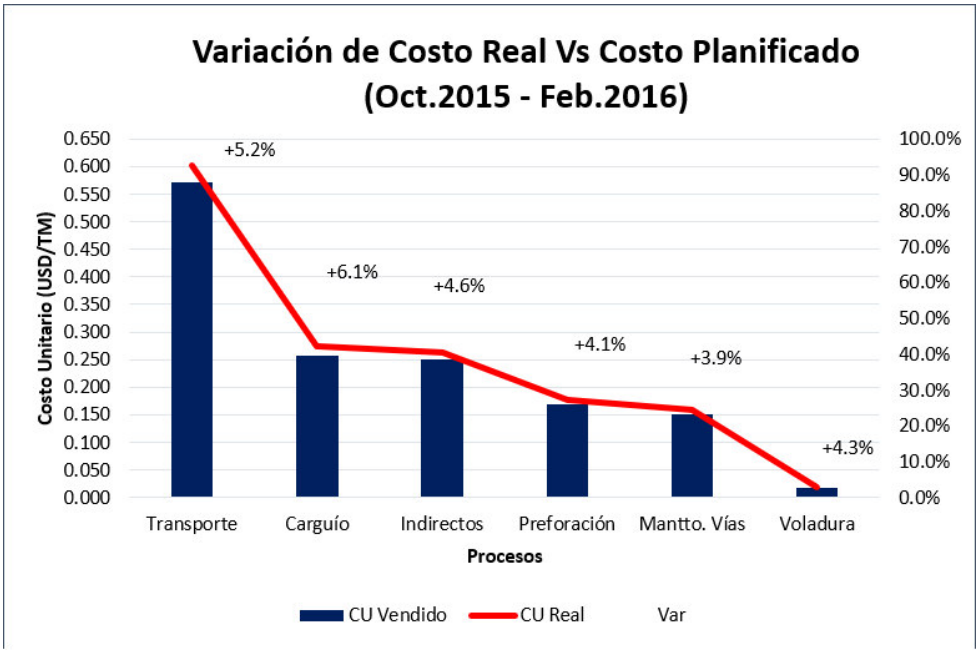
Fuente: Elaboración Propia

5.2. Definición de Proceso Por Mejorar

5.2.1. Identificación de Proceso Críticos

Como resultado de la aproximación y entendimiento específico de los procesos core de ciclo minero, en el proyecto (subcapítulo 5.1.6) se manifiesta el requisito de identificar y definir los problemas que ocasionan el sobrecosto en el ciclo productivo desde las principales actividades que componen el costo total de la producción.

Figura 46. Comparación De Costos Unitarios



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la figura superior, durante los 5 primeros meses del proyecto minero, ayudaron como histórico para la identificación y definición de los problemas, la figura muestra como el costo promedio unitario real es superior al previsto en la venta (adjudicado en el contrato), lo que infiere considerar que algunos procesos se manejan en descontrol,

además se desconocen los indicadores claves como tiempos asociados o indicadores de seguimiento.

Por lo tanto, la implementación se aplicará a mejorar los indicadores de costos de los procesos de carguío, transporte e indirectos, ya que fueron los procesos con mayor porcentaje de diferencia (figura anterior) según los primeros 5 meses de ejecución del proyecto.

5.2.2. Definición de Indicadores

Considerando que el cliente del proyecto es el inversionista, representado por el gerente del proyecto; se desarrolla la herramienta Mapa de Necesidades del Cliente para determinar los indicadores claves.

Cabe mencionar que, para el desarrollo de la herramienta, se utilizó juicio de expertos (desarrollado por las jefaturas de los procesos crítico y la gerencia del proyecto), ya que son considerados como la fuente de información más confiable y con el criterio relevante para la identificación de las soluciones más eficientes.

Como se muestra en el anexo 3. Mapa de Necesidades del Cliente, los equipos responsables de cada proceso definieron que el principal problema es la falta de indicadores de control para tomar acciones inmediatas que reducirían los desperdicios de recursos, ergo, los costos de cada proceso.

En base a los anterior explicado, dio como resultado que los principales indicadores que ayudarían a controlar sus procesos son:

a) Eficiencia del tiempo de carguío

b) Rendimiento de Carguío

c) Cumplimiento del Plan de Producción

5.2.3. Carta de Definición del Proyecto

a) Caso De Negocio

Para el análisis del caso de negocio, se analizó los 5 primeros meses del proyecto (9,485,740 TM producidas) y las proyecciones que implicaría si la tendencia se mantuviese hasta el fin del proyecto.

Cuadro 8. Costos Reales Vs. Vendidos y variaciones entre ellos

Proceso	CU Real	CU Vendido	Var
Transporte	0.601	0.571	5.2%
Carguío	0.274	0.258	6.1%
Indirectos	0.262	0.250	4.6%
Perforación	0.176	0.169	4.1%
Mantto. Vías	0.158	0.152	3.9%
Voladura	0.018	0.017	4.3%
TOTAL	1.489	1.418	5.0%

** Costo Unitario = CU*

Fuente: Elaboración Propia

En cuadro 8 anterior muestra que el costo promedio unitario de Producción para Ciclo de minado es de 1.489 $/TM mientras que el previsto en la venta para los 5 meses era de 1.418 $/TM.

Lo que implica que, de seguir con ese costo, representaría una pérdida de 0.070 $/TM (CU real – CU previsto) que multiplicado por todas las TM del proyecto restantes 83,677,428 TM (93,163,168 TM - 9,485,740 TM) resultan en un total de 5,914,384 USD durante todo el alcance del proyecto restante.

b) Roles Y Responsabilidades

Cuadro 9. Responsables del Área de Productividad

	Nombre
Líder	Rosa L.
Miembros De Gestión	Heydee G.
	Alberto D.
	Macoy R.
Miembros Operativos	José M.
	Richard P.
	Pizuri
	Selene G.

Fuente: Elaboración Propia

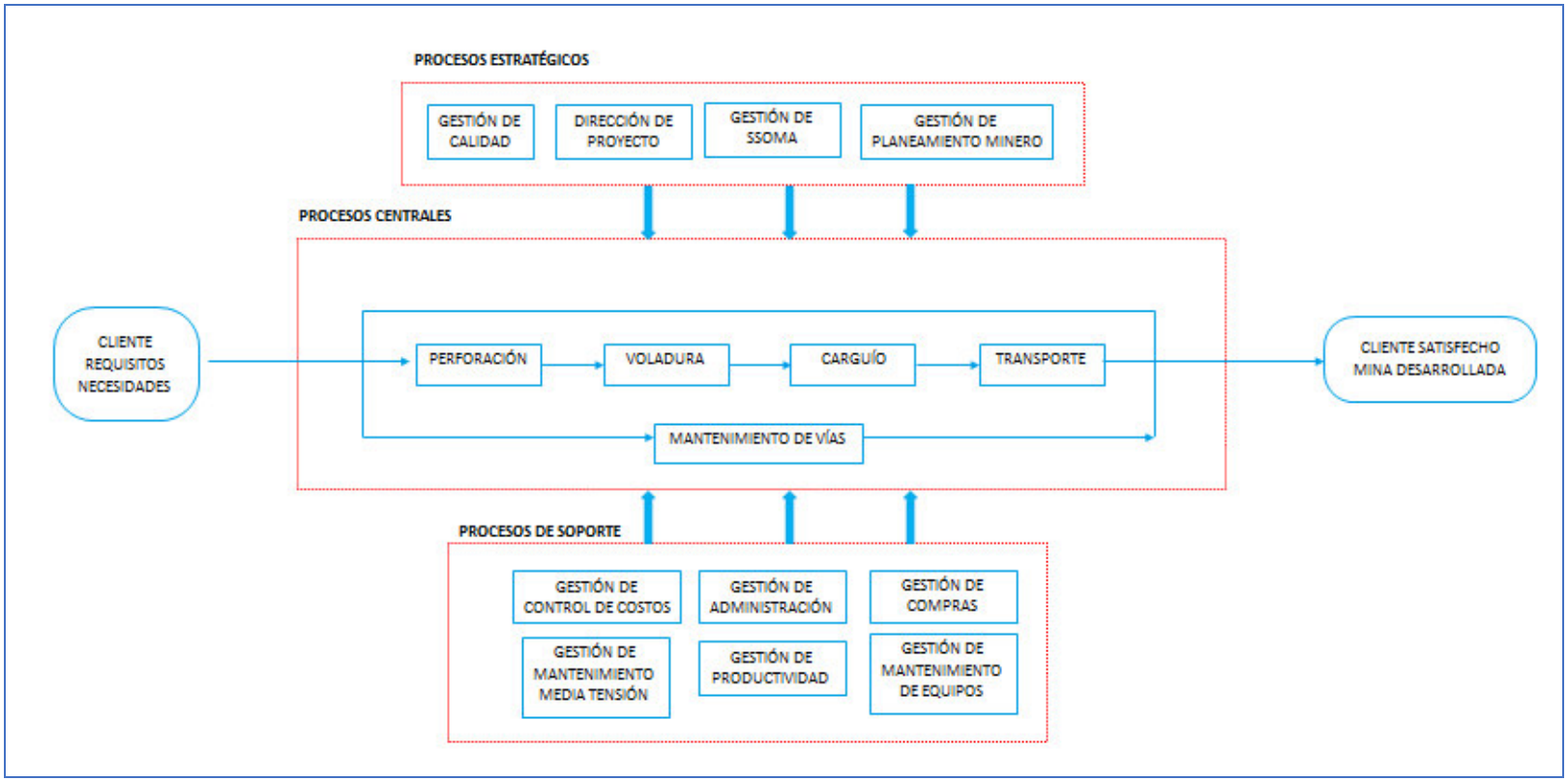
c) Recursos (No Humanos)

- iPad (4 und)
- Cronómetro (2 und)
- Binoculares (4 und)
- Caseta de control (4 und)
- Radio de comunicación (4 und)

5.3. Medición de Proceso Para Mejorar

5.3.1. Descripción de la Cadena de Valor

Figura 47. Mapa del Proceso en el 2015



Fuente: Elaboración Propia

En el anterior diagrama de procesos (figura 47) se muestra la secuencialidad de los procesos principales, además refleja que el área de productividad representada como el proceso “Gestión de Productividad” es vista como un área de soporte y no estratégica, ya que se contemplada por la gerencia del proyecto como solo un área de toma de datos y no de análisis.

5.3.2. Métricas para medir

Cuadro 10. Métricas para medir

No	Métrico	Actual	Objetivo
1	Costo unitario total	1.489 USD/TM	< 1.418
2	Costo unitario de Carguío	0.274 USD/TM	< 0.273
3	Costo unitario de Transporte	0.601 USD/TM	< 0.500
4	Costo unitario Indirecto	0.262 USD/TM	< 0.200
5	Cantidad de Indicadores	2	5
6	Eficiencia de Carguío	68.8%	> 70 %
7	Rendimiento de Carguío	2394 TM/hora	
8	% Cumplimiento de plan de producción	94.6%	≥ 100%

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3. Obtención de los Datos del Proceso

Considerando a los datos como la materia prima para el análisis a detalle de los procesos, sobre todo para conocer sus fuentes de variación. En la siguiente tabla se describe la herramienta para la obtención de los datos en la presente implementación:

Cuadro 11. Obtención de Datos

No	Métrico	Obtención de Datos	Tipo de Periodo
1	Costo unitario total	Hojas de recolección de datos	Mensual
2	Costo unitario de Carguío		
3	Costo unitario de Transporte		
4	Costo unitario Indirecto		
5	Cantidad de Indicadores de control efectivos	Hojas de recolección de datos	Anual
6	Eficiencia de Carguío	Muestreo*	Mes
7	Rendimiento de Carguío	VIMS**	Diario
8	% Cumplimiento de plan de producción	Comparación mensual	Mes

Fuente: Elaboración Propia

* Detalle en el Capítulo 4.2 Población y Muestra

** Software de los camiones, que muestran las TM cargadas por cada uso.

5.4. Análisis de la Mejora

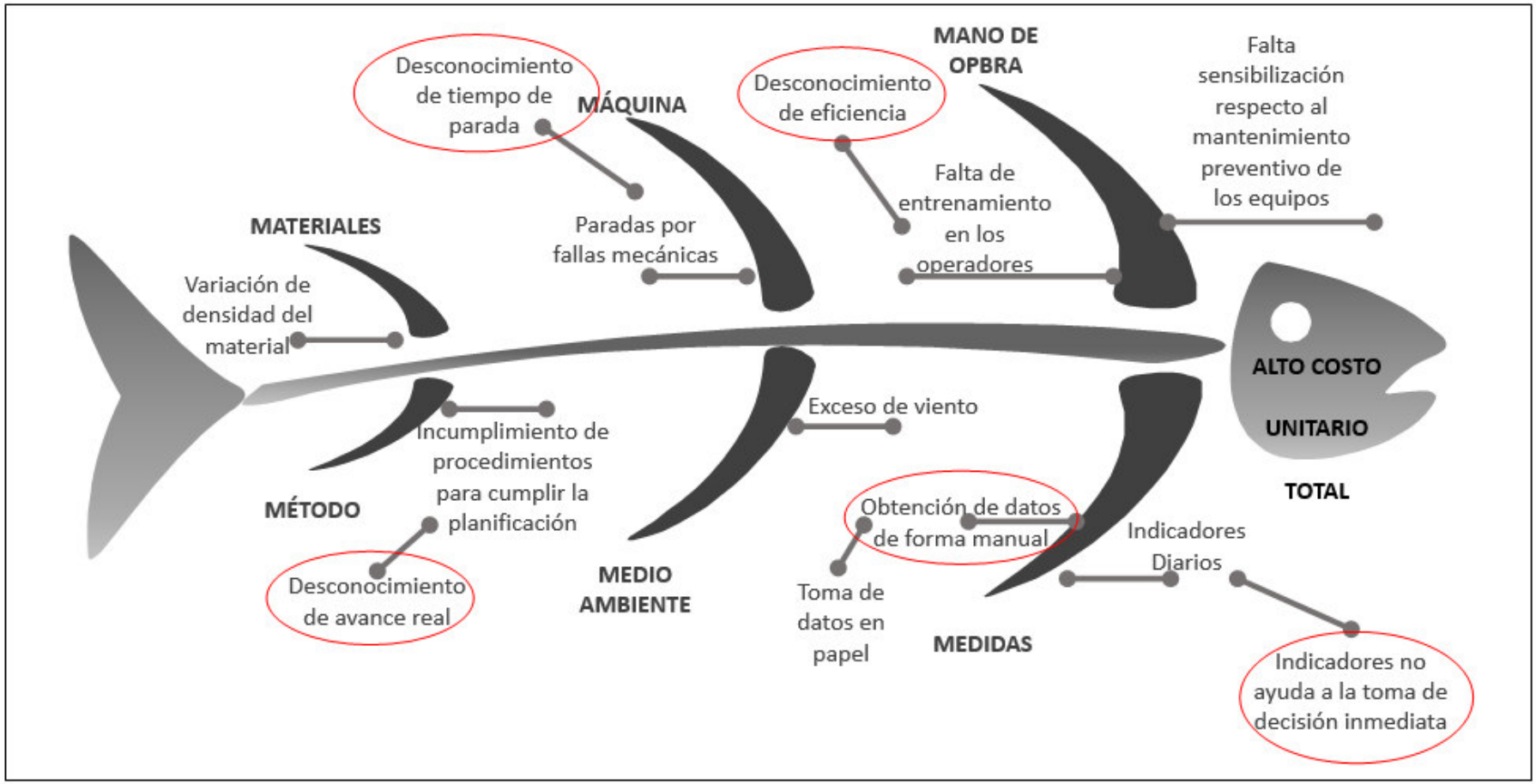
5.4.1. Diagrama de Causa Efecto

Finalmente, con el propósito de complementar y ampliar la información recolectada referente al cálculo de los factores para los indicadores mencionados en el capítulo 5.2.2 se procede a determinar las posibles causas de los resultados. Es decir, se procede a elaborar un listado de las causas que originan cada uno esté fuera del rango permitido.

Para encontrar las causas se incluye la información obtenida en la identificación y definición de los indicadores, que es a su vez se complementaron a través de una lluvia de ideas.

El análisis se estructura utilizando la herramienta del diagrama de causa – efecto o espina de pescado, el cual facilita la clasificación de la información encontrada e incluso ayuda a complementarla. De esta forma, el resultado del proceso de análisis de causas se encuentra en la siguiente figura 48.

Figura 48. Diagrama de Ishikawa del Problema



Fuente: Elaboración Propia

Después de analizar las causas mencionadas y organizarlas en el diagrama, es posible reconocer algunas causas comunes que dan indicios de aquellos puntos relevantes a los cuales se les debe prestar mayor atención en la implementación.

Habiendo destacado las causas más relevantes asociadas a los diferentes defectos prioritarios, es notorio que muchos de ellos se evidencian la falta de un sistema de control de indicadores en tiempo real que ayude a la toma de decisiones inmediatas.

Esto resulta de gran importancia ya que permite determinar la interrelación del análisis realizado desde dos perspectivas diferentes y principalmente porque facilita enfocar las propuestas y actividades a desarrollar en la solución de las causas determinadas con el propósito de llegar a eliminar los defectos encontrados.

5.5. Implementación y Control de Alternativas de Mejora

Luego de realizar el diagnóstico inicial y habiendo identificado los principales problemas y las posibles oportunidades, se definen necesario implementar un Sistema de Control de Indicadores.

5.5.1. Sistema de Control de indicadores por hora

El sistema de control de indicadores es una herramienta ANDON, que muestra el estado de los indicadores utilizando señales de audio.

Esta comunicación la realiza el controlador, a través de la radio, a toda la operación, con principal interés para el jefe de guardia, quién recibe los indicadores hora a hora y focaliza su atención en el frente de trabajo con menor desempeño para mejorarlo tomando acciones correctivas inmediatas.

Cabe mencionar que esta herramienta surgió en abril del 2016, bajo la necesidad de tener un control sobre el correcto uso de los recursos, en los procesos de más impacto en el proyecto, además de pasar del control por histórico mensual al control automatizado e inmediato.

a) Finalidad

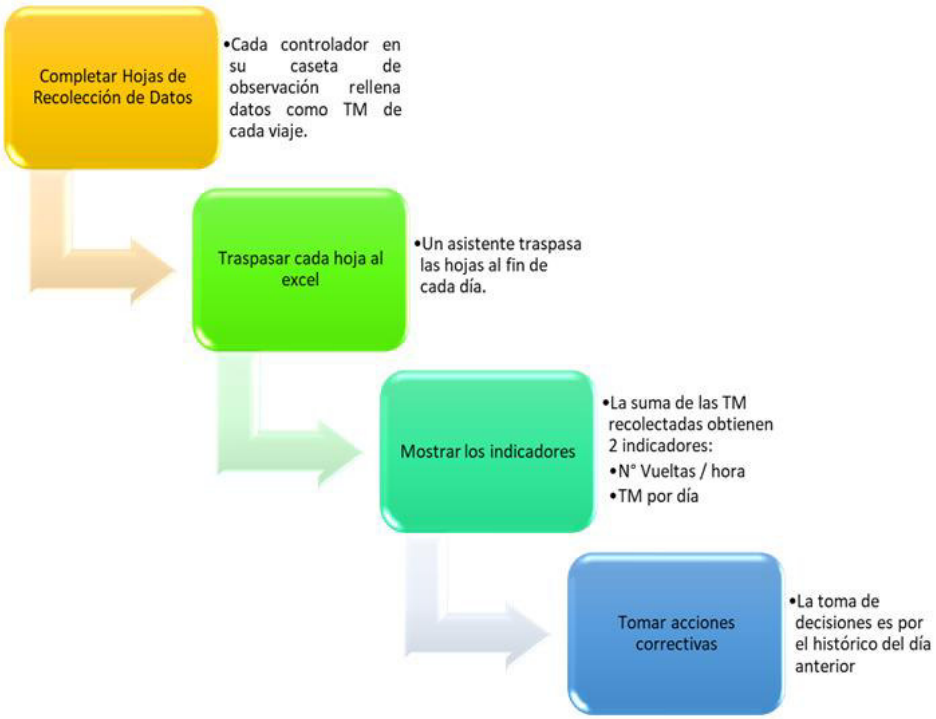
- Reducir el costo unitario del proceso
- Brindar información de la producción, rendimientos, costos y eficiencias (indicadores) en tiempo real a los Supervisores, Jefe de Mina y Gerencia.
- Mejorar la distribución de los recursos en la operación.
- Encontrar las desviaciones.
- Tomar mejores decisiones en caso haya desviaciones en la operación.
- Reducir el tiempo en la toma de data, procesamiento y análisis de la información (lectura de indicadores)

b) Datos obtenidos en tiempo real:

- Tonelaje obtenido por camión que en suma resulta las toneladas métricas por equipo de carguío (pala).
- La sumatoria de las toneladas de todas las palas resultan en el tonelaje total obtenido en cada turno.
- Cantidad de horas de camión usados para producción.
- Rendimientos netos por equipo de carguío.
- Rendimientos planeados.
- Desviaciones en cada turno.

c) Procedimiento para el desarrollo Antes de la Implementación:

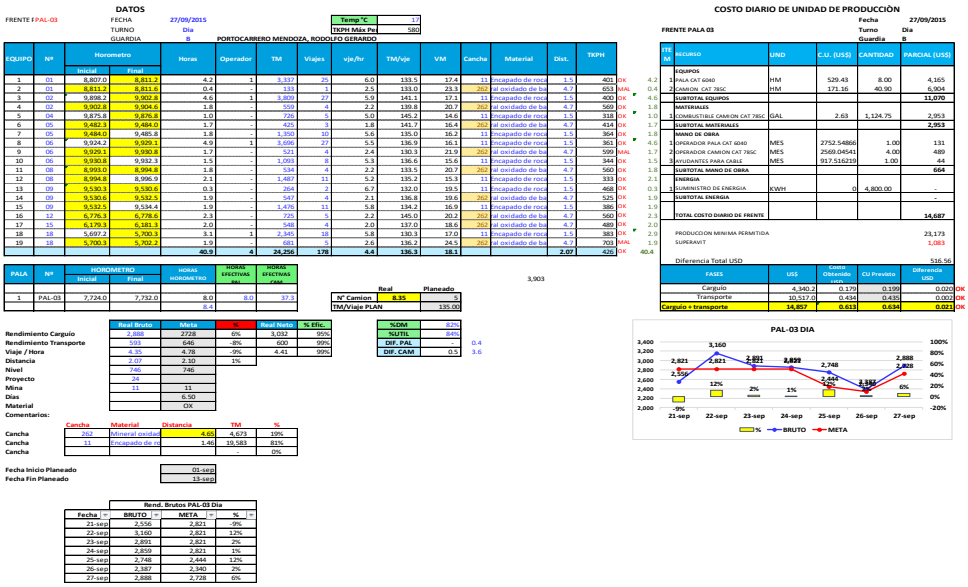
Figura 49. Procedimiento Pre-Implementación



Fuente: Elaboración Propia

El formato se encuentra en el Anexo 13 “Reorte del Sistema de control interno de Indicadores”.

Figura 50. Costo por hora de carguío y transporte



DATOS

FRENTE F PAL-03 | FECHA 27/09/2015 | TURNO Dia | GUARDIA B | PORTOCARRERO MENDOZA, RODOLFO GERARDO

Temp °C	17
TKPH Máx Pe	580

EQUIPO	Nº	Horometro Inicial	Horometro Final	Horas	Operador	TM	Viajes	vje/hr	TM/vje	VM	Cancha	Material	Dist.	TKPH	
1	01	8,807.0	8,811.2	4.2	1	3,337	25	6.0	133.5	17.4	11	Encapado de roca	1.5	401	OK
2	01	8,811.2	8,811.6	0.4	-	133	1	2.5	133.0	23.3	262	al oxidado de ba	4.7	653	MAL
3	02	9,898.2	9,902.8	4.6	1	3,809	27	5.9	141.1	17.1	11	Encapado de roca	1.5	400	OK
4	02	9,902.8	9,904.6	1.8	-	559	4	2.2	139.8	20.7	262	al oxidado de ba	4.7	569	OK
5	04	9,875.8	9,876.8	1.0	-	726	5	5.0	145.2	14.6	11	Encapado de roca	1.5	318	OK
6	05	9,482.3	9,484.0	1.7	-	425	3	1.8	141.7	16.4	262	al oxidado de ba	4.7	414	OK
7	05	9,484.0	9,485.8	1.8	-	1,350	10	5.6	135.0	16.2	11	Encapado de roca	1.5	364	OK
8	06	9,924.2	9,929.1	4.9	1	3,698	27	5.5	136.9	16.1	11	Encapado de roca	1.5	361	OK
9	06	9,929.1	9,930.8	1.7	-	521	4	2.4	130.3	21.9	262	al oxidado de ba	4.7	599	MAL
10	06	9,930.8	9,932.3	1.5	-	1,065	8	5.3	136.6	15.6	11	Encapado de roca	1.5	344	OK
11	08	8,993.0	8,994.8	1.8	-	534	4	2.2	133.5	20.7	262	al oxidado de ba	4.7	560	OK
12	08	8,994.8	8,996.9	2.1	-	1,487	11	5.2	135.2	15.3	11	Encapado de roca	1.5	333	OK
13	09	9,530.3	9,530.6	0.3	-	264	2	6.7	132.0	19.5	11	Encapado de roca	1.5	468	OK
14	09	9,530.6	9,532.5	1.9	-	547	4	2.1	136.8	19.6	262	al oxidado de ba	4.7	525	OK
15	09	9,532.5	9,534.4	1.9	-	1,476	11	5.8	134.2	16.9	11	Encapado de roca	1.5	386	OK
16	12	6,776.3	6,778.6	2.3	-	725	5	2.2	145.0	20.2	262	al oxidado de ba	4.7	560	OK
17	15	6,179.3	6,181.3	2.0	-	548	4	2.0	137.0	18.6	262	al oxidado de ba	4.7	489	OK
18	18	5,697.2	5,700.3	3.1	1	2,345	18	5.8	130.3	17.0	11	Encapado de roca	1.5	383	OK
19	18	5,700.3	5,702.2	1.9	-	581	5	2.6	136.2	24.5	262	al oxidado de ba	4.7	701	MAL
				40.9	4	24,256	178	4.4	136.3	18.1			2.07	426	OK

PALA	Nº	HOROMETRO Inicial	HOROMETRO Final	HORAS HOROMETRO	HORAS EFECTIVAS DIA	HORAS EFECTIVAS CAMA
1	PAL-03	7,724.0	7,732.0	8.0	8.0	37.3

	Real	Planeado
N° Camion	8.35	
TM/Viaje PLAN		135.00

3,903

	Real Bruto	Meta	%	Real Neto	% Efic.
Rendimiento Carguío	2,888	2728	6%	3,032	95%
Rendimiento Transporte	593	646	-8%	600	99%
Viaje / Hora	4.35	4.78	-9%	4.41	99%
Distancia	2.07	2.10	1%		
Nivel	746	746			
Proyecto	24				
Mina	11	11			
Dias		6.50			
Material		OX			

%DM	82%	
%UTIL	84%	
DIF. PAL	-	0.4
DIF. CAM	0.5	3.6

Comentarios:

	Cancha	Material	Distancia	TM	%
Cancha	262	Mineral oxidad	4.65	4,623	19%
Cancha	11	Encapado de ro	1.46	19,583	81%
Cancha				-	0%

Fecha Inicio Planeado	01-sep
Fecha Fin Planeado	13-sep

Rend. Brutos PAL-03 Dia

Fecha	BRUTO	META	%
21-sep	2,556	2,821	-9%
22-sep	3,160	2,821	12%
23-sep	2,891	2,821	2%
24-sep	2,859	2,821	1%
25-sep	2,748	2,444	12%
26-sep	2,387	2,340	2%
27-sep	2,888	2,728	6%

COSTO DIARIO DE UNIDAD DE PRODUCCIÓN

FRENTE PALA 03 | Fecha 27/09/2015 | Turno Dia | Guardia B

	TIEMPO	RECURSO	UND	C.U. (US$)	CANTIDAD	PARCIAL (US$)
		EQUIPOS				
	4.2	1 PALA CAT 6040	HM	529.43	8.00	4,165
	0.4	2 CAMION CAT 785C	HM	171.16	40.90	6,904
	4.6	SUBTOTAL EQUIPOS				11,070
	1.8	MATERIALES				
	1.0	1 COMBUSTIBLE CAMION CAT 785C	GAL	2.63	1,124.75	2,953
	1.7	SUBTOTAL MATERIALES				2,953
	1.8	MANO DE OBRA				
	4.6	1 OPERADOR PALA CAT 6040	MES	2752.54866	1.00	131
	1.7	2 OPERADOR CAMION CAT 785C	MES	2569.04543	4.00	489
	1.5	3 AYUDANTES PARA CABLE	MES	917.516219	1.00	44
	1.8	SUBTOTAL MANO DE OBRA				664
	2.3	ENERGIA				
	0.3	1 SUMINISTRO DE ENERGIA	KWH	0	4,800.00	-
	1.0	SUBTOTAL ENERGIA				-
	1.9					
	2.3	TOTAL COSTO DIARIO DE FRENTE				14,687
	2.0					
	2.9	PRODUCCIÓN MINIMA PERMITIDA				23,173
	1.9	SUPERAVIT				1,083
	40.4					

Diferencia Total USD 516.56

FASES	US$	Costo Obtenido Hrs.	CU Previsto	Diferencia USD	
Carguio	4,340.2	0.179	0.199	0.020	OK
Transporte	10,517.0	0.434	0.435	0.002	OK
Carguio + transporte	14,857	0.613	0.634	0.021	OK

Fuente: Elaboración Propia

5.5.2. Suple en los camiones

Otro proyecto que resultado de la toma de decisiones inmediatas fue: la mejora a la estructura de los equipos de carguio, que genera una mayor capacidad de volumen de estos.

a) Finalidad

Mejorar las toneladas métricas ante los materiales de menor densidad.

b) Situación presentada

Al inicio del proyecto, durante la operación, se tenía constantemente abundante derrame de material (aluvial, arena y encapado de roca) en las vías de acarreo (principalmente en las rampas) que caía de los camiones

afectando los costos, el rendimiento de las palas, camiones y deteriorando los neumáticos. Esto debido a que el camión era cargado a su capacidad nominal (136 TM) y algunas de las tolvas tenían baja altura (tolva sin suple, figura 51). Para no derramar material en las vías, se optó por cargar con menos tonelaje a los camiones, pero esto nos ocasionaba menor producción y alto costo.

Figura 51. Camión 785C sin suple

Fuente: Elaboración Propia

c) Causas

La densidad del material era menor a la esperada (eje. arena, aluvial) al momento de ejecutar la operación. Es por eso por lo que, a menor densidad del material, el camión tenía que ser cargado con mayor cantidad de material; aumentando el volumen; para poder obtener el tonelaje óptimo.

A continuación, se muestra una imagen del camión sin suple acarreando 133 TM. de material (figura 52).

Figura 52. Camión transitando sin suple.

Fuente: Elaboración Propia

d) Acción tomada

Se soldó suple a los lados y en la parte de atrás de la tolva (cola) para aumentar la altura de tolva acomodándose mejor el material cargado y evitando derrames en las vías de acarreo.

Figura 53. Camión 785C con suple

Fuente: Elaboración Propia

Esto también ayudo a mejor el rendimiento de producción del camión aprovechando su máxima capacidad sin sobrepasar los límites operacionales de acuerdo con el modelo del equipo.

A continuación (figura 54) se muestra una imagen de camión con suple acarreando 142 TM. de material y otra imagen (figura de 53) de camión con altura de tolva (diferente modelo desde fabrica) semejante a la altura de tolva con el suple añadido, acarreando 140 TM. de material

Figura 54. Camión 785C transitando con suple

Fuente: Elaboración Propia

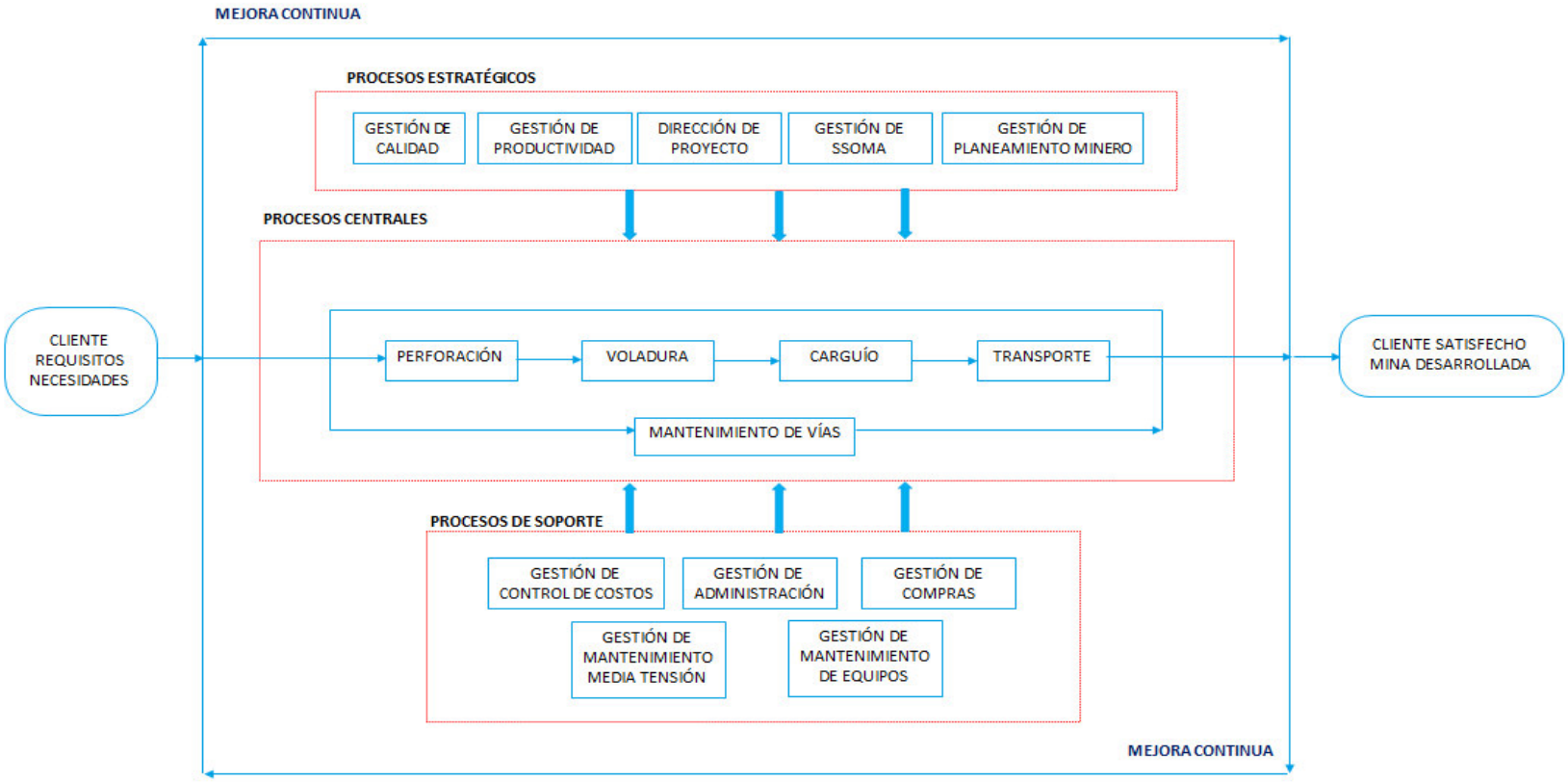
5.5.3. Plan comunicacional

El objetivo es lograr la difusión y entendimiento del Programa de Mejoramiento de Productividad, así como la creación del equipo responsable.

5.6. Presentación de Resultados

5.6.1. Mapa de Procesos Futuro

Figura 55. Mapa de Procesos Futuro



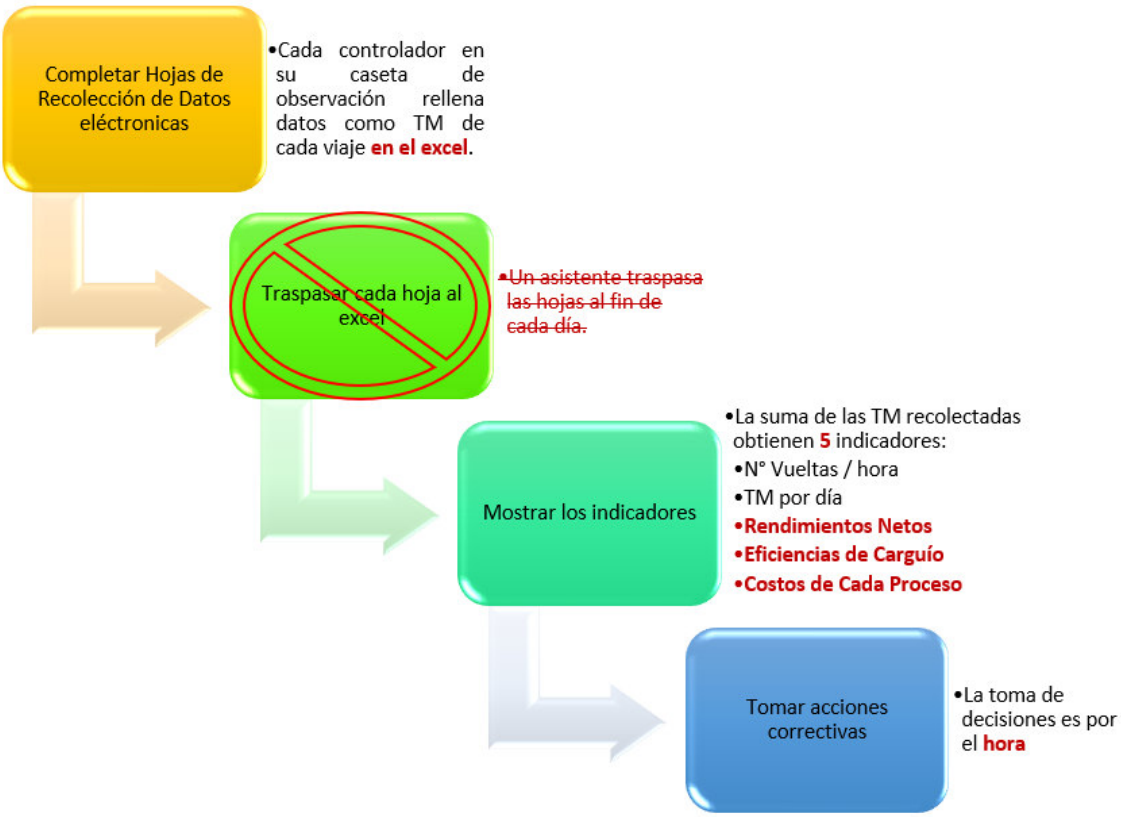
Fuente: Elaboración Propia

En el mapa de procesos se evidencia que el área de “Gestión de Productividad” después de la sensibilización de la importancia se ha convertido en un área clave.

5.6.2. Procedimiento Después de la Implementación

Una mejora significativa durante la implementación es la automatización, ya que en el proceso inicial se recogía en hojas de forma manual, post a la implementación toda la data se recogió en el iPad para su tratamiento inmediato y toma de acciones correctivas, este proceso (figura 56) muestra la diferencia con el proceso pre - implementación (figura 49).

Figura 56. Proceso Post-Implementación



Fuente: Elaboración Propia

5.6.3. Inversión de Implementación

A continuación, se desarrolla la evaluación económica por la implementación del sistema de control de indicadores.

Cuadro 12. Costo de la Implementación

SUPERVISIÓN Y MANO DE OBRA	CANTIDAD	HH / DIA	COSTO VESTIDO MES
INGENIERO DE PRODUCTIVIDAD	1	9	S/. 9,000.00
ASISTENTES DE PRODUCTIVIDAD	3	9	S/. 17,550.00
CONTROLADOR DE CAMPO	4	24	S/. 10,080.00
		COSTO EN SOLES MES	S/. 36,630.00
		COSTO EN DOLARES MES	$ 13,082.14

MATERIALES	CANTIDAD	DEPRECIACIÓN	TOTAL, MES
CASETA DE CONTROL	2.00	S/. 79.17	S/. 158.33
RADIO	4.00	S/. 6.00	S/. 24.00
IPAD	4.00	S/. 43.35	S/. 173.40
		COSTO EN SOLES MENSUAL	S/. 355.73
		COSTO EN DOLARES MENSUAL	$ 127.05

CONSUMIBLES	CANTIDAD	GASTO	TOTAL, INVERSION
CRONÓMETRO	4.00	S/. 94.00	S/. 376.00
BINOCULARES	4.00	S/. 159.00	S/. 636.00
		COSTO EN SOLES	S/. 1,012.00
		COSTO EN DOLARES	$ 361.43
		MESES DEL PROYECTO	25
		COSTO EN DOLARES MENSUAL	$ 14.46

COSTO EN DOLARES MENSUAL TOTAL	$ 13,223.65

Fuente: Elaboración Propia

5.6.4. Diferencia de Costos

Con el fin de explicar y especificar el impacto de la implementación, el gerente del proyecto consideró que la implementación del sistema de control ayudó con parte fundamental de la ganancia de los procesos directamente relacionados. Por lo que consideró asignarle el 50% de la ganancia proporcional de los procesos significativos.

A continuación, se encuentra el resultado de los cálculos realizados:

Cuadro 13. Ganancia por la Implementación

Mes	$ Total Real	$ Total Previsto	Ganancia $ Total	Ganancia por Implementación
Oc. No. Di. - 15	8,043,819	7,552,834	(490,985)	(190,466)
ene.-16	3,103,090	3,400,279	297,189	109,457
feb.-16	2,974,329	3,163,789	189,461	71,874
mar.-16	5,329,553	5,346,641	17,089	6,781
abr.-16	6,069,444	6,202,791	133,347	52,940
may.-16	6,525,073	7,154,715	629,641	246,013
jun.-16	6,779,542	8,074,105	1,294,562	498,638
jul.-16	6,966,528	7,958,075	991,548	376,385
ago.-16	7,100,737	8,308,354	1,207,617	444,020
sep.-16	7,496,520	8,241,461	744,942	273,727
oct.-16	7,018,798	8,396,107	1,377,309	504,900
nov.-16	7,176,357	8,457,820	1,281,463	485,733
dic.-16	5,629,375	6,634,967	1,005,592	388,378
ene.-17	3,397,666	3,190,928	(206,738)	(86,543)
feb.-17	3,316,870	3,315,959	(911)	(369)
mar.-17	4,363,329	5,711,985	1,348,655	530,895
abr.-17	4,068,761	5,132,384	1,063,623	414,500
may.-17	3,265,134	4,216,291	951,157	365,389
jun.-17	4,250,618	5,586,961	1,336,344	526,692
jul.-17	3,780,937	4,511,185	730,249	277,330
ago.-17	4,036,576	4,741,100	704,524	266,051
sep.-17	2,670,387	3,272,589	602,202	219,701
oct.-17	2,867,946	3,534,049	666,103	252,214
TOTAL	**116,231,388**	**132,105,372**	**14,390,418**	**6,034,238**

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro 13 muestra que como consecuencia directa de la implementación generó una ganancia de 6,034,238 USD en todo el proyecto, monto superior al planeado en la carta del proyecto (5,914,384 USD).

Reducción de costes de reprocesos:

Costos Reales = 116,231,388 USD

Costos Previstos = 132,105,372 USD

Ahorro = 15,873,984 USD

% Ahorro = 12.02%

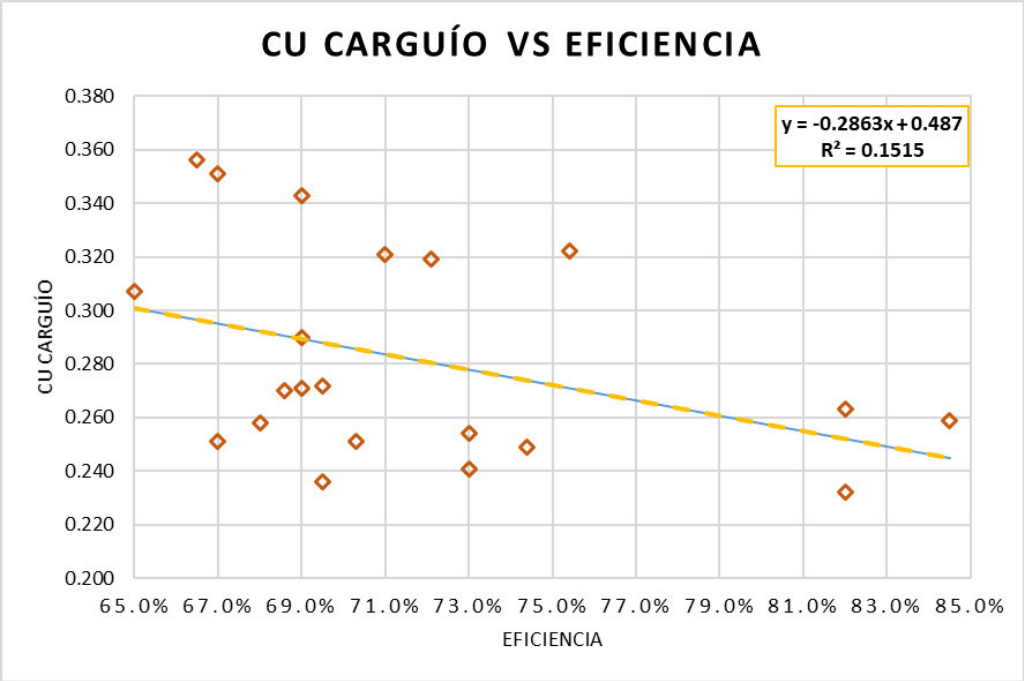
5.6.5. Análisis de Resultados

La implementación generó una mejora significativa, que se demuestra a través de la relación de las ecuaciones de las tendencias entre los periodos de pre y post implementación.

El detalle de los datos se muestra entre los Anexos 5 y 10.

a) Relación de la Eficiencia de Carguío Versus CU Carguío

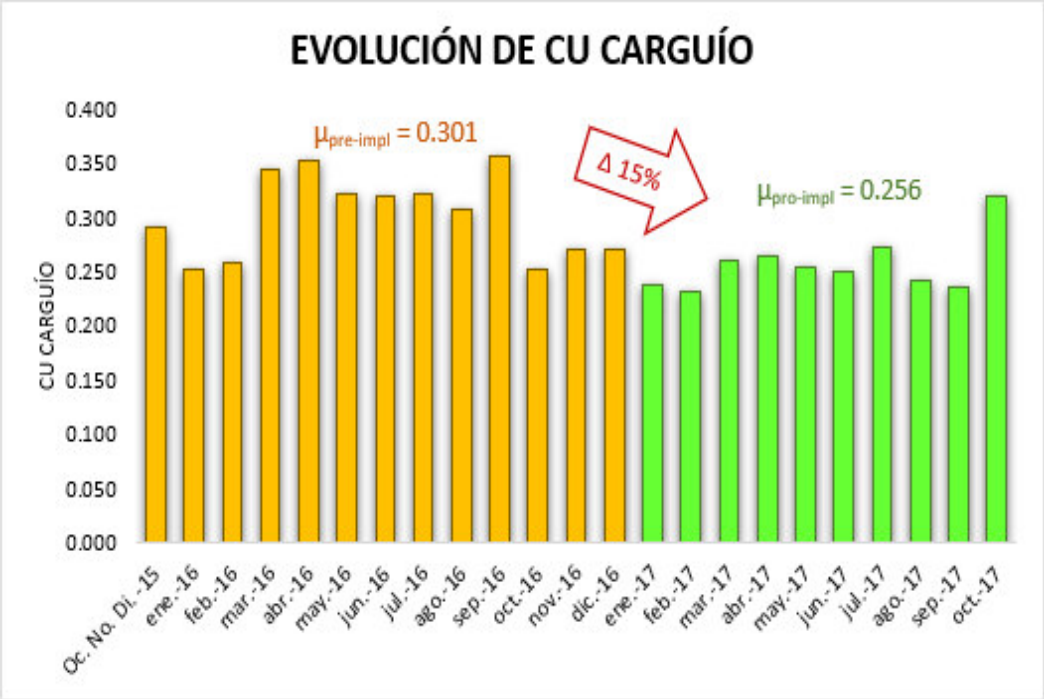
Figura 57. CU Carguío Vs Eficiencia



Fuente: Elaboración Propia

La figura anterior muestra que el coeficiente de la variable independiente (Eficiencia de Carguío) es negativa, lo que comprueba una relación indirecta con la variable dependiente (Costo Unitario de Carguío); si bien el coeficiente de correlación (R^2) es de 0.15 la figura siguiente, muestra como la media del costo unitario de carguío entre los periodos pre y post implementación tiene una disminución de 0.301 a 0.256 lo que representa una mejora del 15%.

Figura 58. Evolución CU Carguío

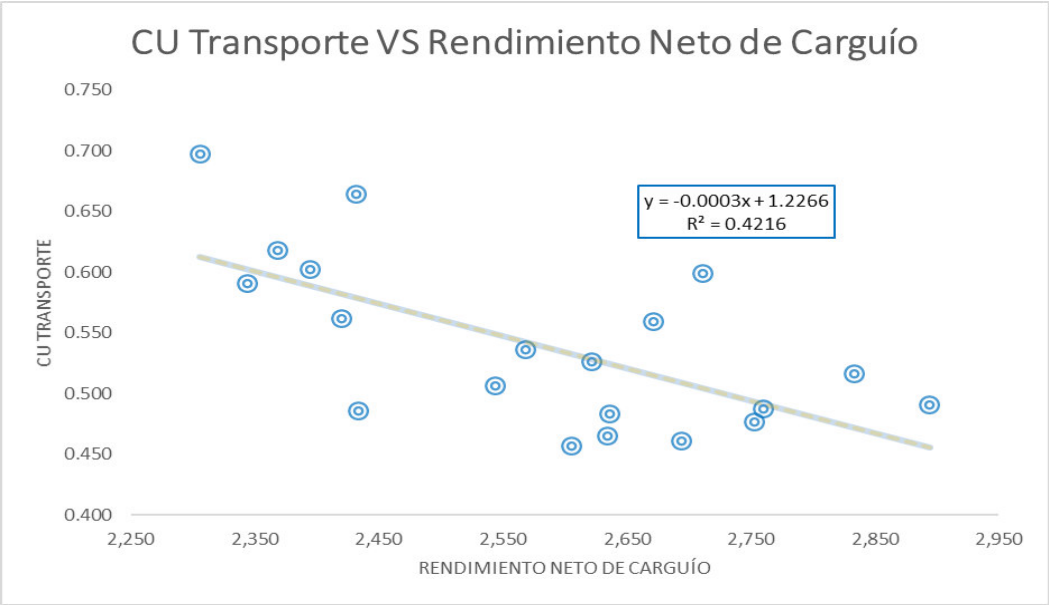


Fuente: Elaboración Propia

b) Relación del Rendimiento Neto de Carguío Versus CU Transporte

La siguiente figura muestra una relación moderada entre la variable independiente, Rendimiento Neto de Carguío, y la variable dependiente, CU de transporte; además de una relación indirectamente proporcional, comprobada por el coeficiente negativo de la variable “rendimiento neto de carguío”.

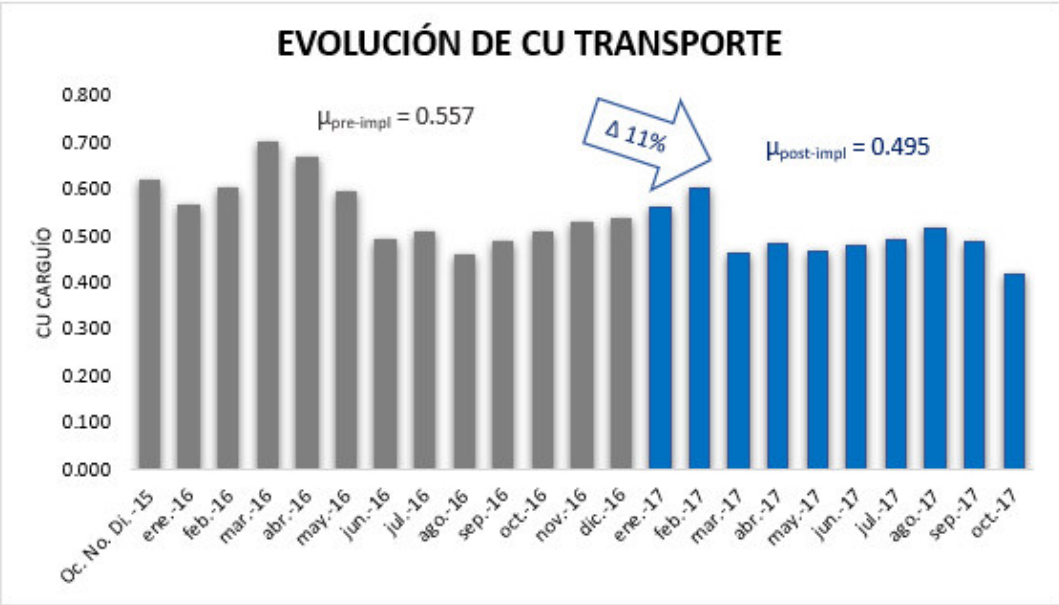
Figura 59. CU Transporte Vs Rendimiento Carguío



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se muestra como existe una disminución del 11% entre la media del costo unitario de transporte de los periodos pre y post de la implementación.

Figura 60. Evolución de CU Transporte

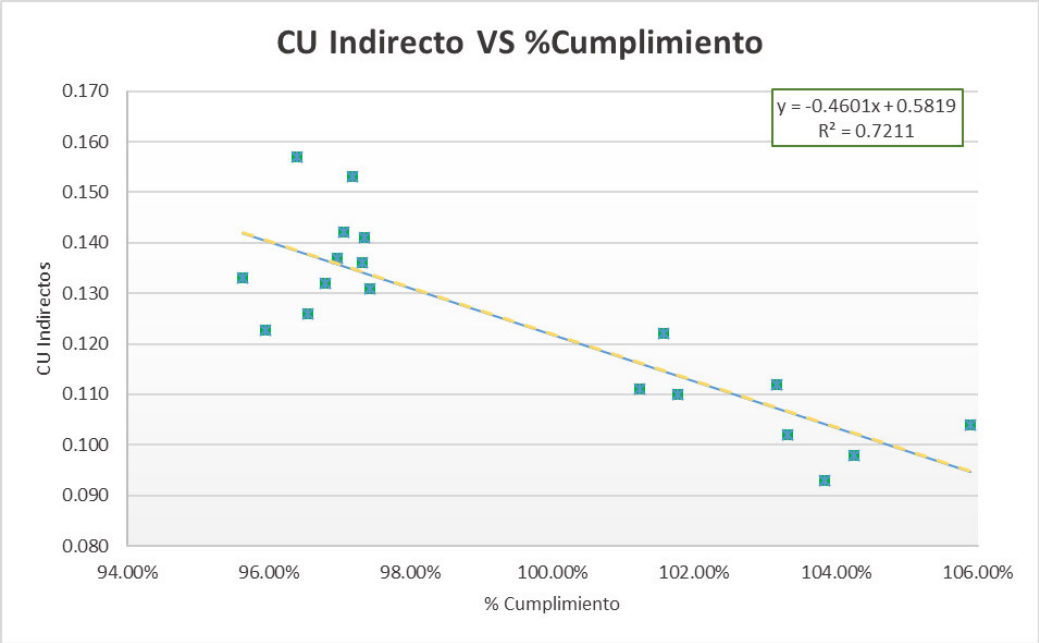


Fuente: Elaboración Propia

c) **Relación del Porcentaje de Cumplimiento de la programación Versus CU Indirectos**

Las siguientes gráficas evidencia la relación negativa grande (coeficiente de correlación, 0.78) entre el Costo Unitario Indirecto (variable dependiente) y el porcentaje de cumplimiento de la programación de la producción (variable independiente).

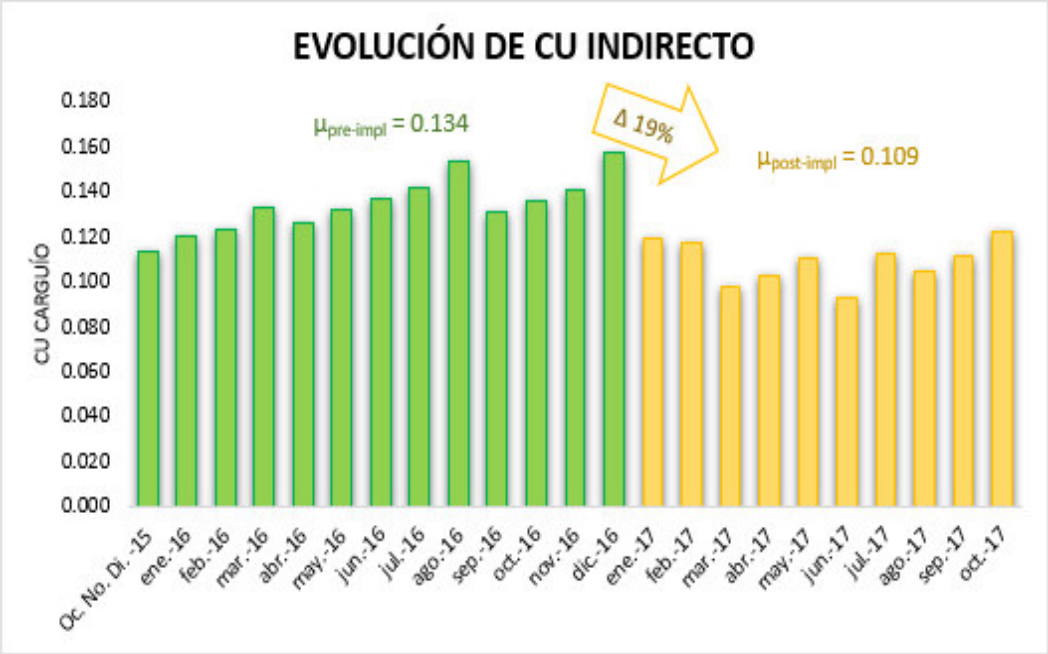
Figura 61. CU Indirecto Vs. % Cumplimiento



Fuente: Elaboración Propia

La siguiente figura muestra como el promedio del costo indirecto disminuyó en un 19% post a la implementación.

Figura 62. Evolución de CU Indirecto



Fuente: Elaboración Propia

5.7. Contrastación de Hipótesis

Para confirmar si el diseño del sistema de control interno de indicadores impacta positivamente en el costo unitario de producción, se realiza el análisis e interpretación de los resultados a través de la prueba de hipótesis t-Student entre las etapas de pre y post implementación del sistema.

Sin embargo, antes de la evaluación de la prueba t-student se realiza la prueba de normalidad para verificar su aplicación.

Por lo que, para determinar si los datos no siguen una distribución normal, se compara el valor p con el nivel de significancia. Por lo general, un nivel de significancia (denotado como α o alfa) de 0.05 funciona adecuadamente. Con el objetivo de comprobar si la data sigue una distribución normal se analiza las siguientes relaciones, según el portal de Soporte Minitab (2019):

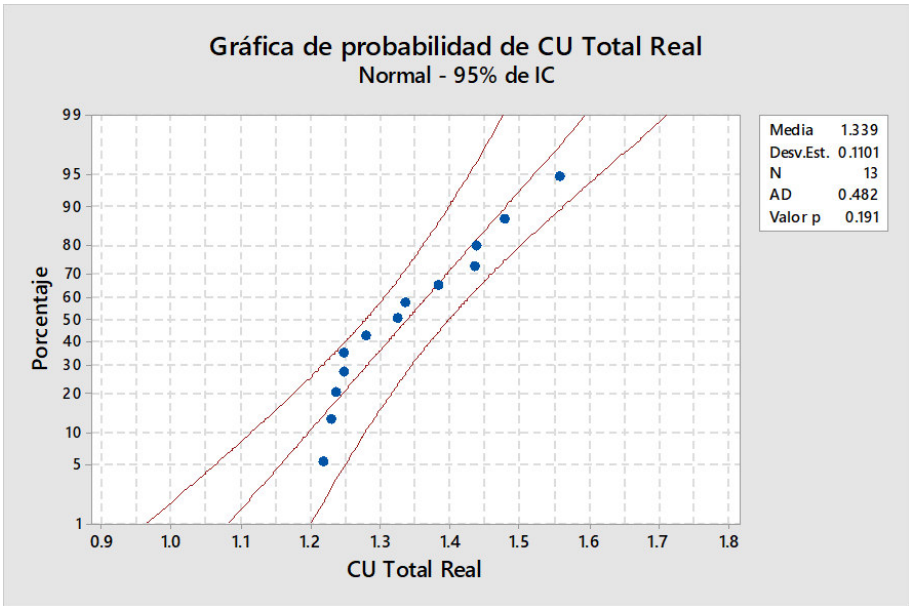
“Valor p ≤ α; los datos no siguen una distribución normal (Rechaza H0)

La decisión es rechazar la hipótesis nula y concluir que sus datos no siguen una distribución normal.”

Por otro lado, si “valor p >α: No se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal (No puede rechazar H0)

Entonces, no se tiene suficiente evidencia para concluir que los datos no siguen una distribución normal.”

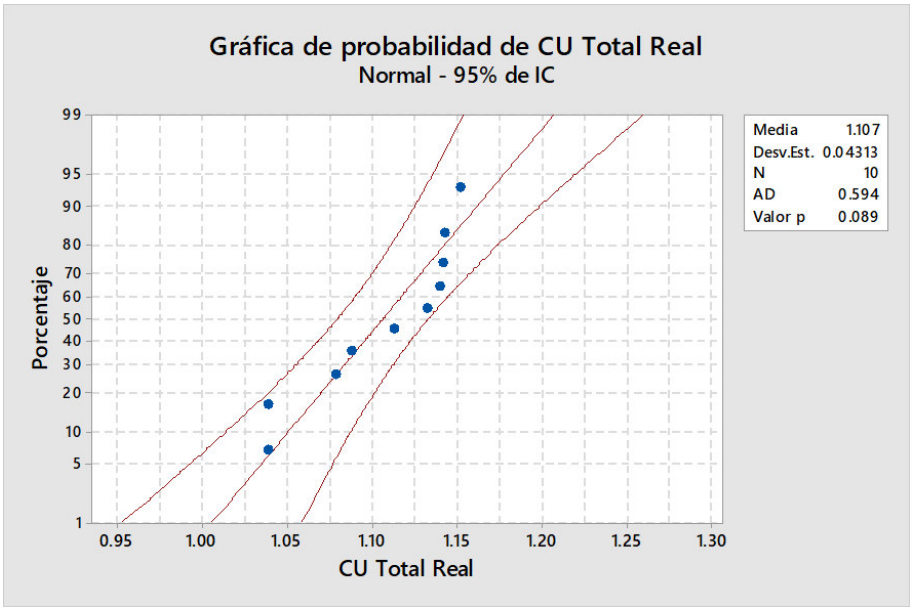
Figura 63. Gráfica de Probabilidad CU Total Pre-Implementación



Fuente: Elaboración Propia

Como el valor de p=1.191 es mayor al valor α = 0.05; por lo que no se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal, para el periodo 2016.

Figura 64. Gráfica de Probabilidad Post-Implementación



Fuente: Elaboración Propia

Para el periodo post - implementación el valor de p=0.089 que es mayor al valor α = 0.05; entonces, tampoco no se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal.

Las siguientes comprobaciones de normalidad se encuentran en el Anexo 11 para el periodo del 2016 (pre - implementación) y en el Anexo 12 para el periodo 2017 (post - implementación).

Una vez analizada la normalidad de los datos, se procede a la comprobación de las hipótesis, es decir la prueba t-student de 2 muestras se utiliza para equiparar las medias entre dos conjuntos de datos y definir si es que existe una diferencia significativa entre ellas o si es que la diferencia se debe a una probabilidad aleatoria.

Para las pruebas, se definió que el nivel de significancia sea de 0.05 (bastante común). Ergo, si el valor p es menor o igual que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se define que existe una diferencia significativa entre las medias analizados.

a) Prueba T e IC de dos muestras: CU Total Real, Año

Método

μ_1: media de CU Total Real cuando Año = 2016

μ_2: media de CU Total Real cuando Año = 2017

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticos descriptivos: CU Total Real

Año	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
2016	13	1.339	0.110	0.031
2017	10	1.1168	0.0368	0.012

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.2220	(0.1523, 0.2916)

Prueba

Hipótesis nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
6.79	15	0.000

Para las medias de costo unitarios total, p = 0.000 es menor al nivel de significancia (α = 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una diferencia significativa entre los promedios analizados.

b) Prueba T e IC de dos muestras: CU Carguío, Año

Método

μ_1: media de CU Carguío cuando Año = 2016

μ_2: media de CU Carquío cuando Año = 2017

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticos descriptivos: CU Carguío

Año	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
2016	13	0.3008	0.0380	0.011
2017	10	0.2563	0.0259	0.0082

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.0445	(0.0166, 0.0723)

Prueba

Hipótesis nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
3.33	20	0.003

Para las medias del costo unitario de carguío, p = 0.003 que resulta ser menos que el nivel de significancia (α = 0.05), por lo tanto, se concluye que existe una diferencia significativa entre los promedios analizados.

c) **Prueba T e IC de dos muestras: CU Transporte, Año**

Método

μ_1: media de CU Transporte cuando Año = 2016

μ_2: media de CU Transporte cuando Año = 2017

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticos descriptivos: CU Transporte

Año	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
2016	13	0.5571	0.0730	0.020
2017	10	0.4954	0.0519	0.016

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.0617	(0.0073, 0.1160)

Prueba

Hipótesis nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
2.37	20	0.028

Para las medias del costo unitario de transporte, p (0.028) < α (0.05), por ende, se define que existe una diferencia significativa entre las medias analizados.

d) Prueba T e IC de dos muestras: CU Indirectos, Año

Método

μ_1: media de CU Indirectos cuando Año = 2016

μ_2: media de CU Indirectos cuando Año = 2017

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticos descriptivos: CU Indirectos

Año	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
2016	13	0.1342	0.0124	0.0034
2017	10	0.10874	0.00935	0.0030

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.02544	(0.01598, 0.03489)

Prueba

Hipótesis nula	H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
5.61	20	0.000

Para las medias del costo unitario indirecto, p = 0.000 es menor al nivel de significancia (α = 0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una diferencia significativa entre los promedios analizados.

5.8. Discusión de Resultados

El objetivo de esta implementación es diseñar un sistema de Control Indicadores para reducir los costos de la Producción, para ello se desarrolló el sistema según el Capítulo 5.5 “Implementación y Control de Alternativas de mejora”.

Se partió del análisis de regresión lineal de los costos del año 2016 a octubre 2017, y se aplicó el método de DMAIC para el desarrollo de la implementación en los capítulos anteriores se describe el detalle de los siguientes resultados, además el detalle se muestra entre los Anexos 5 y 10.

Cuadro 14. Resultados de Indicadores

Descripción	Periodo 2016 (Pre-Implementación)	Periodo 2016 (Post-Implementación)	Variación
Costo Unitario Total de Producción	1.324 USD/TM	1.139 USD/TM	Reducción 14%
Costo Unitario de Carguío	0.304 USD/TM	0.271 USD/TM	Reducción 11%
Costo Unitario de Transporte	0.546 USD/TM	0.499 USD/TM	Reducción 9%
Costo Unitario Indirecto	0.158 USD/TM	0.116 USD/TM	Reducción 27%
%Eficiencia de Carguío	69.1% USD/TM	74.7% USD/TM	Aumento de 8%
Rendimiento Neto de Carguío	2,455 TM	2,671 TM	Aumento de 9%
%Cumplimiento de Plan de Producción	96.67%	103.77%	Aumento de 7%

Fuente: Elaboración Propia

VI.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusión

- Se concluye que, al realizar un análisis detallado de los indicadores directamente relacionados a la toma de decisiones de los principales procesos, afecta directamente al resultado.
- Se demostró que al aplicar la implementación mejoró el costo unitario de toda la producción en 14% que representó un ahorro de USD 6,034,238 durante todo el proyecto analizado.
- Se infiere que, para lograr la meta del proyecto, el método DMAIC permite desarrollar el proyecto de forma ordenada, identificando la raíz de los problemas hasta llegar a una etapa de control, que permite mantener los indicadores.

6.2. Recomendaciones

- Cuando se pretenda comenzar cualquier implementación es necesario involucrar a las gerencias y los patrocinadores, con resultados numéricos de una muestra, de está forma cuantitativa se garantiza captar su atención.
- En la etapa de implementación, requiere la designación de responsabilidades especificas en el desarrollo de cada una de las etapas enunciadas en el mismo para cumplir con el plan al menor costo de producción.
- La implementación debe estar acompañada de una comunicación formal a todo el equipo, para explicar los beneficios que ayudaran a lograr el resultado.

REFERENCIAS

AITECO CONSULTORES. (2019). *Gestión por Procesos*. Recuperado el 01 de 09 de 2019, de Aiteco Consultores: https://www.aiteco.es/calidad/gestion-por-procesos/

AITECO CONSULTORES, SL. (24 de Noviembre de 2019). *Diagrama de Flujo de Proceso o Flujograma*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2019, de Aiteco Consultores Desarrollo y Gestión: https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/

Alarmas Acústicas y Visuales, S.A. (08 de Febrero de 2016). *Sistema ANDON*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2019, de Alarmas Acústicas y Visuales: http://alarmasacusticas.blogspot.com/2014/10/sistema-andon.html

Bances, L. (2017). Aplicación de un sistema de indicadores de efectividad. *Tesis de Titulación.* UNMSM, Lima, Perú.

Bembibre, C. (01 de Marzo de 2010). *Indicadores*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2019, de Definición ABC: https://www.definicionabc.com/general/indicadores.php

Blackbelt. (01 de Enero de 2018). *Entrenamiento en línea Six Sigma*. Recuperado el 05 de Octubre de 2019, de Bersbach Consulting from process to profits: http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/

Castillero Mimenza, O. (2017). *Los 15 tipos de investigación (y características)*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de Psicología y Mente: https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion

Dammert, A., & Molinelli, F. (01 de Septiembre de 2007). *Panorama de la Minería en el Perú.* Recuperado el 05 de Octubre de 2019, de OSINERGMIN: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf

Greg, B. (2005). *Six Sigma for Small Business* (Vol. Primer). EEUU: Entrepreneur Press.

Gutierrez, J. (18 de Diciembre de 2011). *Diagrama de Pareto*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2019, de Escuela de Organización Industrial: https://www.eoi.es/blogs/johnjairogutierrez/2011/12/18/diagrama-pareto-regla-del-8020-herramienta-importante-para-el-marketing/

International Monetary Fund. (2017). *Indice de precios de metales*. Recuperado el 12 de Agosto de 2019, de Index Mundi: https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=indice-de-precios-de-metales&meses=60

Jara, K. (2017). Implementación de tablero de control de gestión para. *Tesina para titulación.* UNMSM, Lima.

Lamas, L. (2015). Propuestas para mejorar la Planificación y Control de la Producción en una empresa de confección textil. *Tesis para título profesional.* UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima, Perú.

Luque, W. (2018). Costos de Producción y su Influencia en el Desarrollo Económico de Envases del Sur SAC en el periodo 2016. *Tesis de titulación.* Universidad Privada de Tacna, Tacma.

Mavainsa. (03 de Marzo de 2011). *Control de Procesos.* Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de MAVAINSA: https://pastranamoreno.files.wordpress.com/2011/03/control_procesos-valvulas.pdf

Mehdi, R., & Gholamreza , H. (01 de Enero de 2012). *Lean Construction.* Recuperado el 05 de Octubre de 2019, de Lean Management: https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Rashid-and-Heravi-A-Lean-management-approach-for-power-plant-construction-projects.pdf

Pérez, E., & García, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en Marcha*, 94-106.

Raga, Y. (2015). Propuesta de un Sistema de Indicadores de Gestión de Costo y Tiempo para el Control de Proyectos de Construcción en la gerencia

de proyectos. *Trabajo de Grado para Magíster.* UNIVERSIDAD DE CARABOBO, Valencia.

Rey, P. (2015). Implementación de la metodología DMAIC seis sigma para la reducción del consumo de los materiales indirectos Liquid K, Lift III, Inoxbril y Enforce LP en la planta Coca-Cola FEMSA Bucaramanga. *(Trabajo de Grado).* Universidad Pontifica Bolivariana, Bucaramanga.

Salazar López, B. (2016). *Capacidad de Procesos*. Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de Ingenieria Industrial Online.com: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/

Sampieri. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). Ciudad de México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Socconini, L. (2019). *LEAN MANUFACTURING. PASO A PASO* (1° Edición ed.). Barcelona: ICG Marge.

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación cientifico.* Ciudad de México, México: LIMUSA SA - GRUPO NORIEGA EDITORES.

Triola, M. F. (2006). *Estadísticas* (6ta ed.). Ciudad de México, México: Pearson Educación de México S.A.

Vara, A. (2012). *Siete pasos para una tesis exitosa* (Tercera ed.). Lima: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos.

Vargas, A. (1995). *Estadítica Descriptiva e Inferencial.* Castilla, España: Universidad de Catilla-La mancha.

Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean thinking.* Guadalajara, México: Gestión 2000.

ANEXOS

Anexo 1. Histórico de Costos Unitarios (CU) periodo 2015 - 2016

CU del periodo octubre 2015 a diciembre 2016 y % del Total

Mes	Costo Total	CU Perforación	CU Voladura	CU Carguío	CU Transporte	CU Mantto Vías	CU Indirectos
Oc. No. Di. -15	1.557	0.179	0.018	0.290	0.618	0.152	0.300
ene-16	1.382	0.188	0.016	0.251	0.562	0.160	0.205
feb-16	1.434	0.157	0.019	0.258	0.602	0.170	0.228
Promedio 2016	**1.324**	**0.162**	**0.014**	**0.304**	**0.546**	**0.139**	**0.158**
% del CU Total		**12%**	**1%**	**23%**	**41%**	**11%**	**12%**

Elaboración: Propia

Anexo 2. Otros Equipos de Maquinaria Pesada

EQUIPO DE PERFORACIÓN: PERFORADORA ELÉCTRICA

Perforadora		
	Modelo	1190E
	Tipo	Single Pass Multi Pass

EXCAVADORAS

Excavadora LIEBHERR		
	Modelo	R974
	Capacidad de cuchara	3.0 m3
Excavadora KOMATSU		
	Modelo	PC 600 LC 8
	Capacidad	2.1 m3
Excavadora CATERPILLAR		
	Modelo	336DL
	Capacidad	1.9 m3

TRACTOR DE ORUGAS y RUEDAS

CATERPILLAR			
			
Modelo	D9T	Modelo	D8T
Capacidad de hoja (SU)	13.5 m3	Capacidad de hoja (SU)	8.7 m3

CATERPILLAR		
	Modelo	834 K
	Capacida de hoja (U)	11.1 m3

MOTONIVELADORA

CATERPILLAR		
	Modelo	16 M
	Ancho de hoja	4.9 m.

CARGADOR FRONTAL

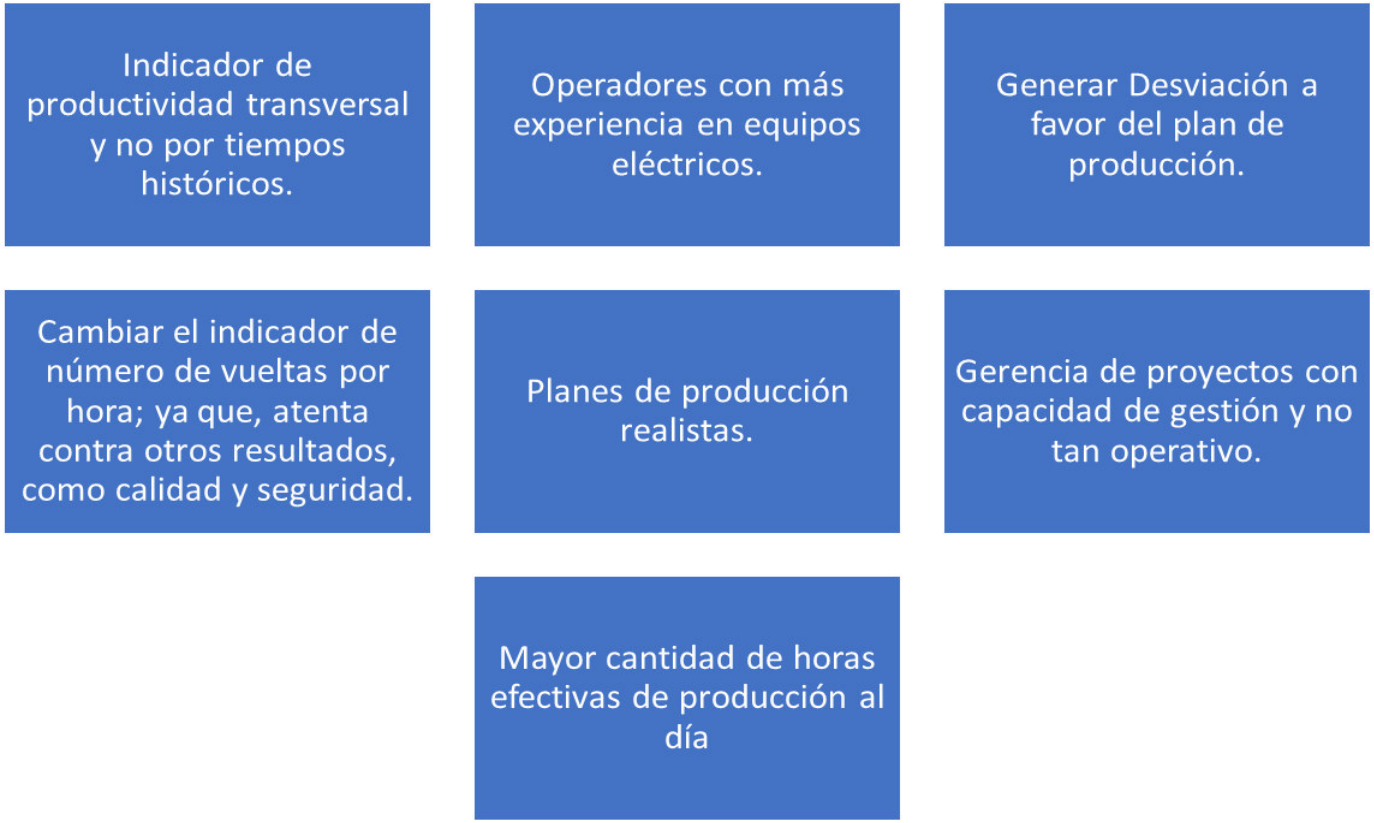
CATERPILLAR		
	Modelo	966 H
	Capacidad de cuchara	3.4 m3

CISTERNA DE AGUA

SCANIA		MACK	
			
Modelo	P460 B8X4	Modelo	CXU613E
Capacidad de tanque	8,000 gal	Capacidad de tanque	9,000 gal

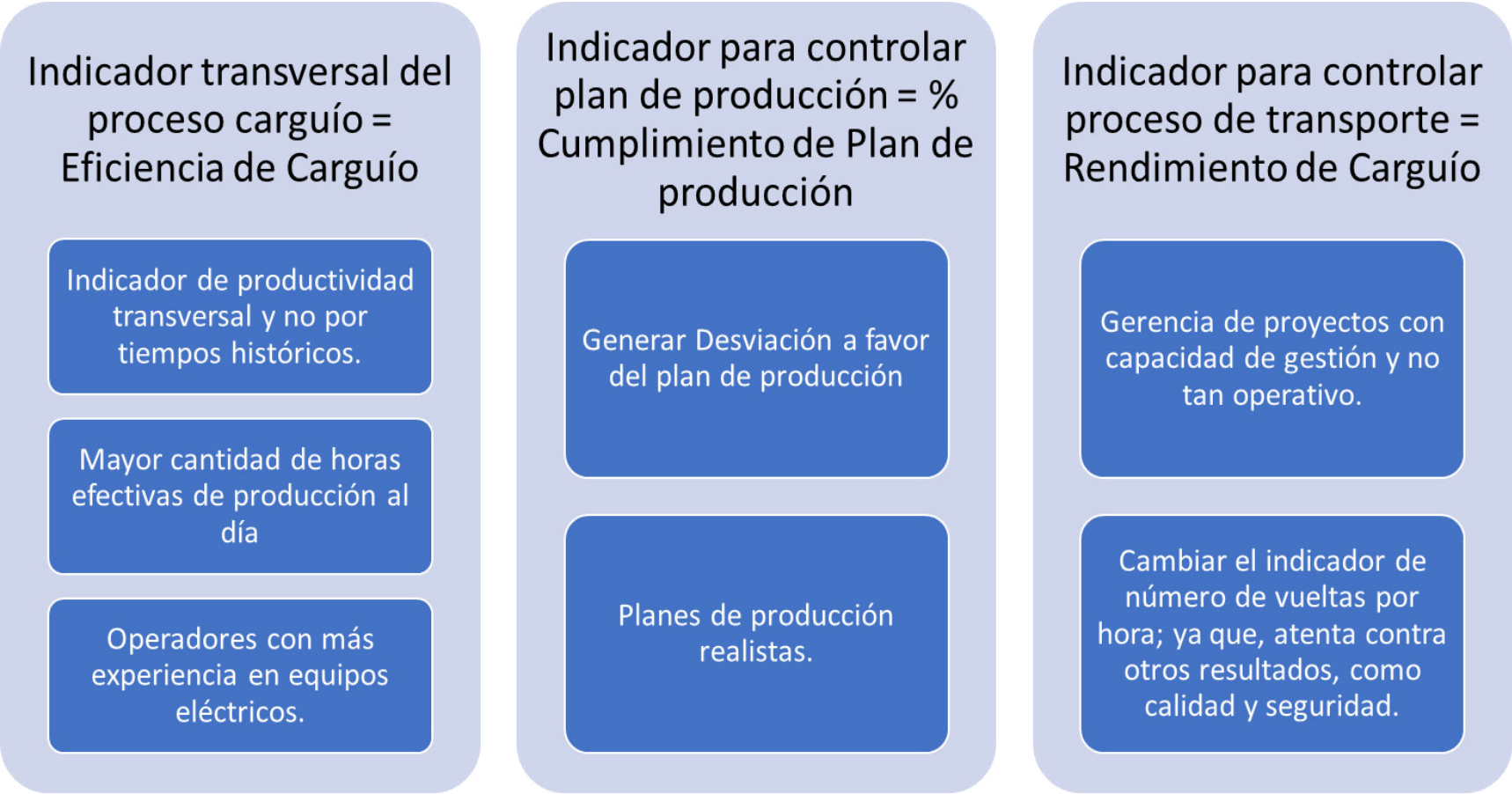
Anexo 3. Mapa de Necesidades del Cliente

Paso 1: Tormenta de Ideas para Necesidades del cliente



Fuente: Elaboración Propia

Paso 2 y 3: Agrupación y Denominación de las Necesidades del cliente



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Matriz de Consistencia

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL INTERNO DE INDICADORES PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UN PROYECTO MINERO A TAJO ABIERTO					
MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA GENERAL	**OBJETIVO GENERAL**	**HIPÓTESIS GENERAL**	**VARIABLES**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**
¿Cómo la implementación de un sistema de control interno de indicadores reducirá los costos de produccion en un proyecto minero a tajo abierto?	Implementar un Sistema de Control Interno de indicadores para reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto.	La implementación de un sistema de control interno de indicadores logra reducir los costos de producción en un proyecto minero a tajo abierto.	Variable Independiente: X0: Control Interno de indicadores		Cantidad de Indicadores Controlados
			Variable Dependiente: Y0: Costo Unitario de Producción	Control de Costos Costos Directos (MO Operadores, Mater, Máquina, Servicios) Costos Indirectos (MO Supervisión,	Costo por hora USD/TM movido
PROBLEMA ESPECÍFICO	**OBJETIVO ESPECÍFICO**	**HIPÓTESIS ESPECÍFICO**	**VARIABLES**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**
¿En que medida la implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá el costo de carguío en un proyecto minero a tajo abierto?	Implementar el sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá el costo de carguío en un proyecto minero a tajo abierto	La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento de la eficiencia del proceso de carguío reducirá el costo de carguío en un proyecto minero a tajo abierto	X1: Eficiencia de carguío	Productividad Indicadores mundiales	% eficiencia de Carguío
			Y1: Costos Unitario de Carguío		Costo por hora de carguío USD/TM movido
¿De que manera la implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento de carguío podrá reducir el costo de transporte en proyecto minero a tajo abierto?	Implementar el sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento del carguío reducirá el costo de transporte en un proyecto minero a tajo abierto	La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del rendimiento de carguío reducirá costo de transporte en proyecto minero a tajo abierto	X2: Rendimiento de carguío	Producción del equipo de carguío	TM/HORA de carguío
			Y2: Costos Unitario de Transporte		Costo por hora de transporte USD/TM movido
¿Como influye la implementación del sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento al cumplimiento del plan de producción para reducir el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto?	Implementar el sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento del cumplimiento del plan de producción reducirá el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto	La implementación de un sistema de control interno de indicadores a través del seguimiento al cumplimiento del plan de producción reducirá el costo indirecto en un proyecto minero a tajo abierto	X3: Cumplimiento del plan de producción	Planeamiento de Minado	TM Ejecutadas / TM Planeadas
			Y3: Costos Unitario Indirecto		Costo por hora indirecto USD/TM movido

Anexo 5. Resultados de Costos Carguío

Histórico de Costos Totales y Unitarios de Carguío

Mes	$ Cargu	CU Carguío
Oc. No. Di. -15	1,498,207	0.290
ene.-16	563,586	0.251
feb.-16	535,130	0.258
mar.-16	1,236,831	0.343
abr.-16	1,482,516	0.351
may.-16	1,567,776	0.321
jun.-16	1,761,135	0.319
jul.-16	1,753,887	0.322
ago.-16	1,748,137	0.307
sep.-16	2,015,681	0.356
oct.-16	1,446,403	0.251
nov.-16	1,567,651	0.270
dic.-16	1,222,404	0.271
Total Antes Implementación	**18,399,343**	**0.304**

Mes	$ Cargu	CU Carguío
ene.-17	810,342	0.237
feb.-17	793,379	0.232
mar.-17	1,087,683	0.259
abr.-17	983,533	0.263
may.-17	768,623	0.254
jun.-17	1,018,675	0.249
jul.-17	892,721	0.272
ago.-17	853,346	0.241
sep.-17	551,366	0.236
oct.-17	810,011	0.320
Total Después de Implementación	**8,569,680**	**0.271**

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Resultados de Eficiencia de Carguío

Histórico de Eficiencia y Tiempos de carguío

Mes	EFICIENCIA	TIEMPO CONTRIBUTORIO	TIEMPO NO CONTRIBUTORIA
Oc. No. Di. -15	69.0%	6.8%	24.2%
ene.-16	67.0%	5.9%	27.1%
feb.-16	68.0%	7.0%	25.0%
mar.-16	69.0%	8.1%	22.9%
abr.-16	67.0%	8.0%	25.0%
may.-16	71.0%	7.0%	22.0%
jun.-16	72.1%	8.7%	19.2%
jul.-16	75.4%	8.1%	16.5%
ago.-16	**65.0%**	**11.4%**	**23.6%**
sep.-16	66.5%	12.8%	20.7%
oct.-16	70.3%	9.4%	20.3%
nov.-16	68.6%	5.6%	25.8%
dic.-16	69.0%	12.0%	19.0%
Total Antes Implementación	**69.1%**	**8.5%**	**22.4%**

Mes	EFICIENCIA	TIEMPO CONTRIBUTORIO	TIEMPO NO CONTRIBUTORIA
ene.-17	67.9%	18.3%	13.8%
feb.-17	82.0%	11.2%	6.8%
mar.-17	84.5%	10.0%	5.5%
abr.-17	82.0%	17.0%	1.0%
may.-17	73.0%	15.5%	11.5%
jun.-17	74.4%	13.0%	12.6%
jul.-17	69.5%	15.3%	15.2%
ago.-17	73.0%	17.0%	10.0%
sep.-17	69.5%	16.0%	14.5%
oct.-17	71.3%	18.5%	10.2%
Total Después de Implementación	**74.7%**	**15.2%**	**10.1%**

Anexo 7. Resultados de Costos de Transporte

Histórico de Costos Totales y Unitarios de Transporte

Mes	$ Trans	CU Transporte
Oc. No. Di. -15	3,192,730	0.618
ene.-16	1,261,893	0.562
feb.-16	1,248,637	0.602
mar.-16	2,513,328	0.697
abr.-16	2,804,531	0.664
may.-16	2,886,466	0.591
jun.-16	2,705,192	0.490
jul.-16	2,761,555	0.507
ago.-16	2,602,275	0.457
sep.-16	2,751,744	0.486
oct.-16	2,915,855	0.506
nov.-16	3,054,016	0.526
dic.-16	2,417,744	0.536
Total Antes Implementación	**33,115,967**	**0.546**

Mes	$ Trans	CU Transporte
ene.-17	1,584,616	0.559
feb.-17	1,480,481	0.599
mar.-17	1,935,991	0.461
abr.-17	1,806,261	0.483
may.-17	1,407,124	0.465
jun.-17	1,951,438	0.477
jul.-17	1,611,493	0.491
ago.-17	1,827,082	0.516
sep.-17	1,137,777	0.487
oct.-17	1,053,015	0.416
Total Después de Implementación	**15,795,277**	**0.499**

Anexo 8. Resultados de Rendimientos de Carguío

Histórico de Rendimiento Bruto y Neto de Carguío

Mes	Rend. Carguío Bruto	Rend. Carguío Neto	Dif. RN-RB
Oc. No. Di. -15	2,098	2,368	270
ene.-16	2,288	2,420	132
feb.-16	2,236	2,395	159
mar.-16	2,143	2,306	163
abr.-16	2,231	2,432	201
may.-16	2,160	2,344	184
jun.-16	2,176	2,335	159
jul.-16	2,167	2,362	195
ago.-16	2,360	2,605	245
sep.-16	2,353	2,433	80
oct.-16	2,352	2,544	192
nov.-16	2,353	2,622	269
dic.-16	2,356	2,568	212
Total Antes Implementación	**2,265**	**2,455**	**190**

-

Mes	Rend. Carguío Bruto	Rend. Carguío Neto	Dif. RN-RB
ene.-17	2,360	2,671	312
feb.-17	2,365	2,711	346
mar.-17	2,375	2,694	319
abr.-17	2,383	2,636	253
may.-17	2,509	2,635	125
jun.-17	2,536	2,752	216
jul.-17	2,681	2,894	213
ago.-17	2,605	2,833	227
sep.-17	2,493	2,760	267
oct.-17	1,910	2,119	209
Total Después de Implementación	**2,422**	**2,671**	**249**

Anexo 9. Resultados de Costos Indirectos

Histórico de Costos Totales y Unitarios Indirectos

Mes	$ Costos Ind	CU Indirectos
Oc. No. Di. -15	583,784	0.113
ene.-16	270,566	0.121
feb.-16	254,705	0.123
mar.-16	479,588	0.133
abr.-16	532,185	0.126
may.-16	644,693	0.132
jun.-16	756,350	0.137
jul.-16	773,453	0.142
ago.-16	871,221	0.153
sep.-16	741,725	0.131
oct.-16	783,708	0.136
nov.-16	818,662	0.141
dic.-16	708,183	0.157
Total Antes Implementación	**9,592,842**	**0.158**

Mes	$ Costos Ind	CU Indirectos
ene.-17	449,656	0.119
feb.-17	412,755	0.117
mar.-17	411,556	0.098
abr.-17	381,446	0.102
may.-17	332,868	0.110
jun.-17	380,469	0.093
jul.-17	367,591	0.112
ago.-17	368,249	0.104
sep.-17	259,329	0.111
oct.-17	308,817	0.122
Total Después de Implementación	**3,672,736**	**0.116**

Anexo 10. Resultados de Costos Indirectos

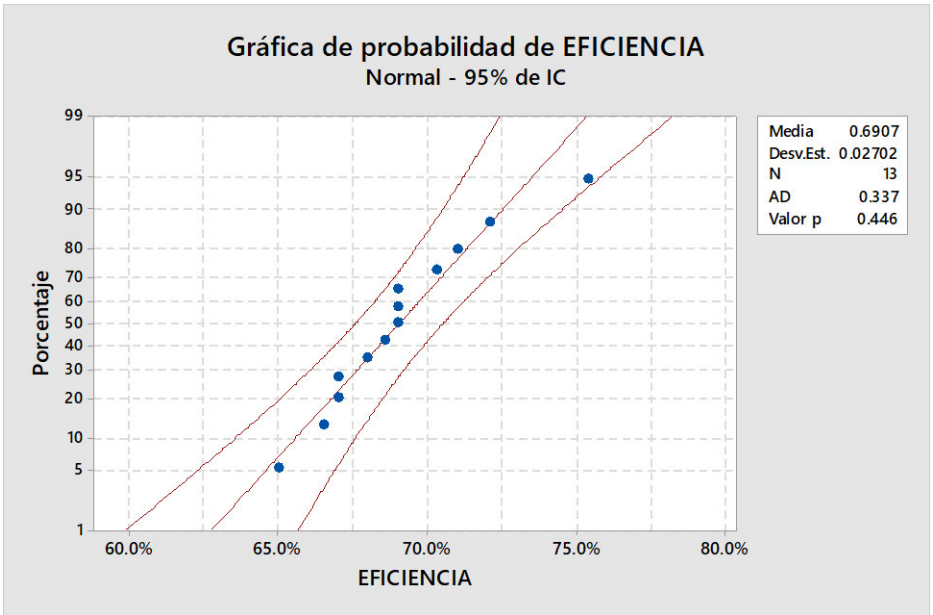
Histórico de Costos Totales y Unitarios Indirectos

Mes	TM Cargada	TM Plan FinProy	%Cumplimiento
Oc. No. Di. -15	5,166,229	5,326,399	96.99%
ene.-16	2,245,362	2,397,940	95.64%
feb.-16	2,074,148	2,231,163	95.96%
mar.-16	3,605,922	3,770,551	95.63%
abr.-16	4,223,691	4,374,324	96.56%
may.-16	4,884,037	5,045,638	96.80%
jun.-16	5,520,800	5,694,009	96.96%
jul.-16	5,446,855	5,612,183	97.05%
ago.-16	5,694,256	5,859,206	97.18%
sep.-16	5,662,024	5,812,032	97.42%
oct.-16	5,762,560	5,921,091	97.32%
nov.-16	5,806,114	5,964,612	97.34%
dic.-16	4,510,717	4,679,102	96.40%
Total Antes Implementación	**60,602,716**	**62,688,251**	**96.67%**

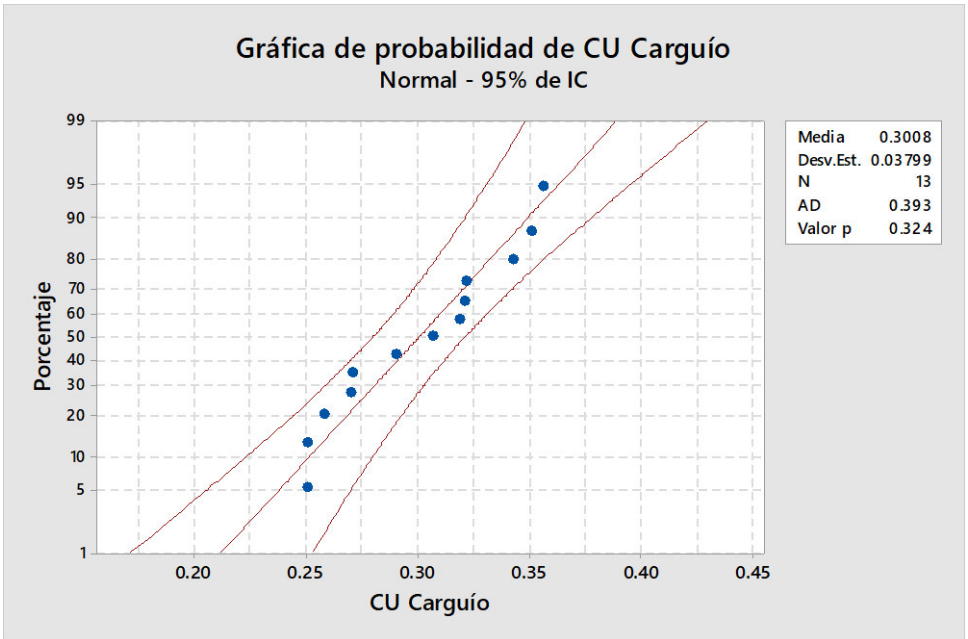
Mes	TM Cargada	TM Plan FinProy	%Cumplimiento
ene.-17	2,404,576	2,250,302	106.86%
feb.-17	2,471,587	2,338,476	105.69%
mar.-17	4,199,547	4,028,198	104.25%
abr.-17	3,739,670	3,619,453	103.32%
may.-17	3,026,074	2,973,407	101.77%
jun.-17	4,091,066	3,940,029	103.83%
jul.-17	3,282,063	3,181,372	103.17%
ago.-17	3,540,856	3,343,512	105.90%
sep.-17	2,336,297	2,307,891	101.23%
oct.-17	2,531,285	2,492,277	101.57%
Total Después de Implementación	**31,623,021**	**30,474,917**	**103.77%**

Anexo 11. Análisis de Normalidad Pre-Implementación

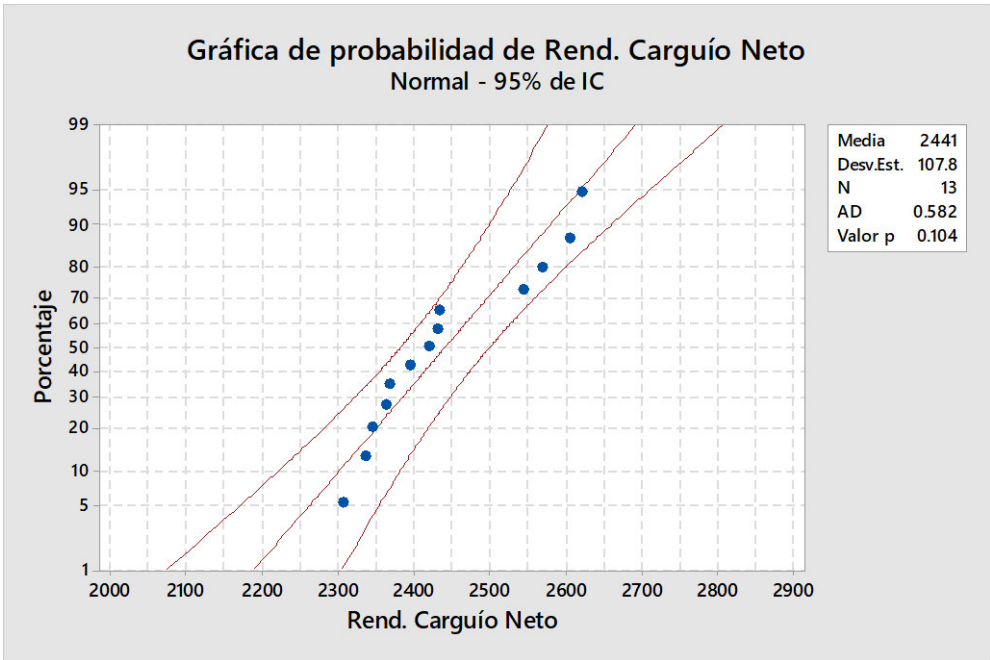
Eficiencia De Carguío 2016



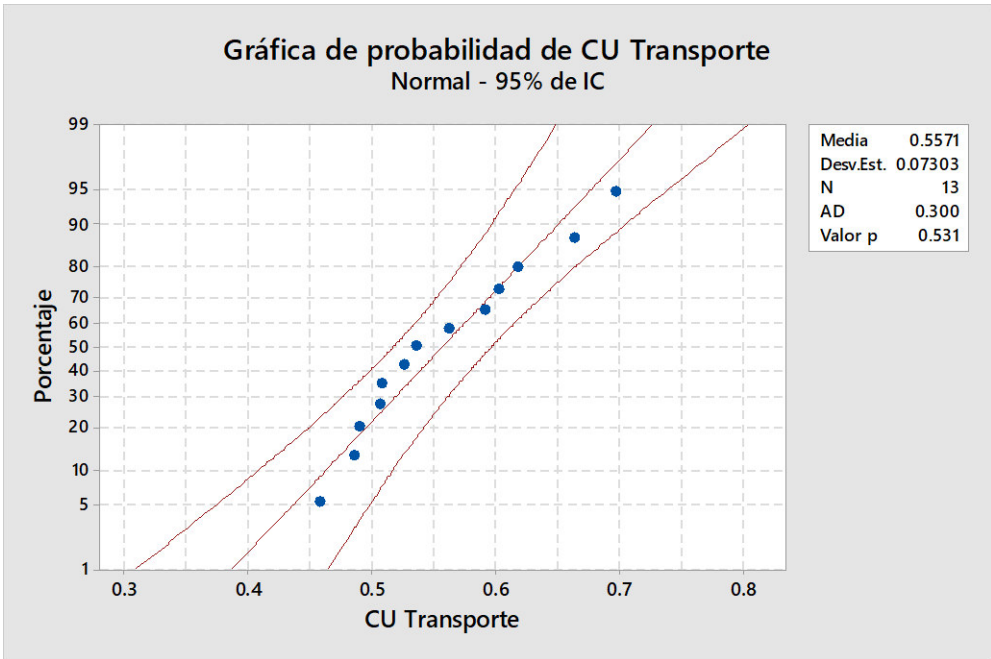
Costo Unitario De Producción De Carguío 2016



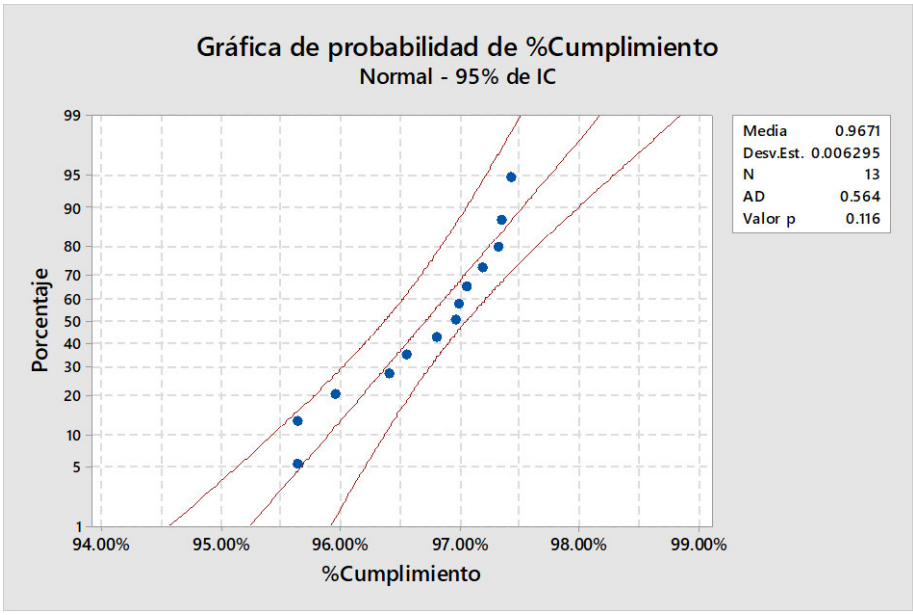
Rendimiento De Carguío 2016



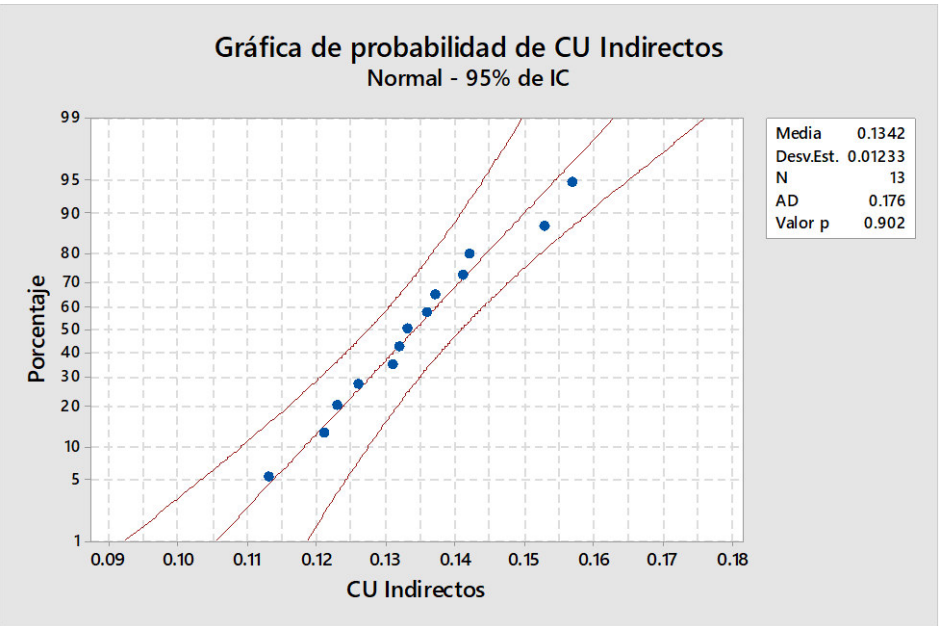
Costo Unitario De Producción De Transporte 2016



Cumplimiento Al Plan De Producción 2016

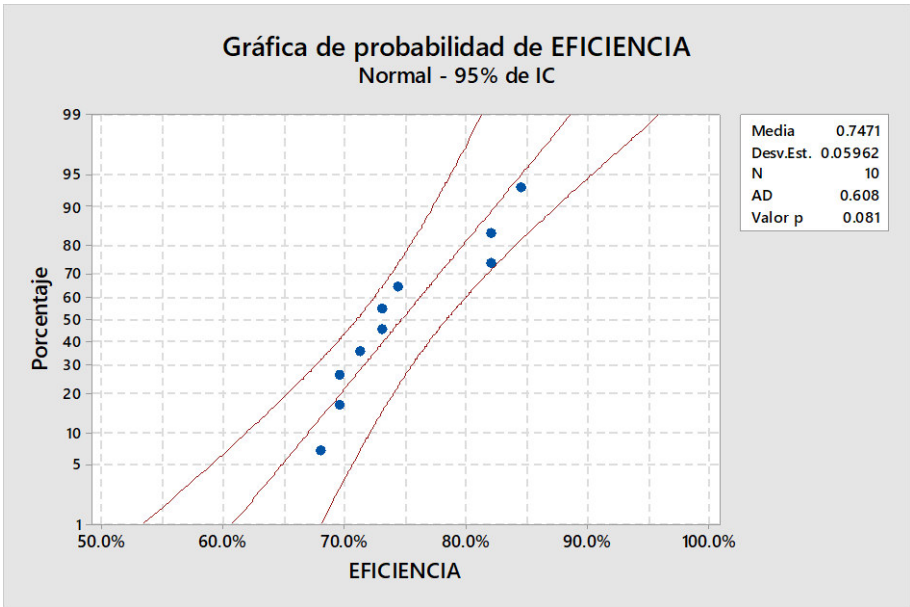


Costo De Producción Indirecto 2016

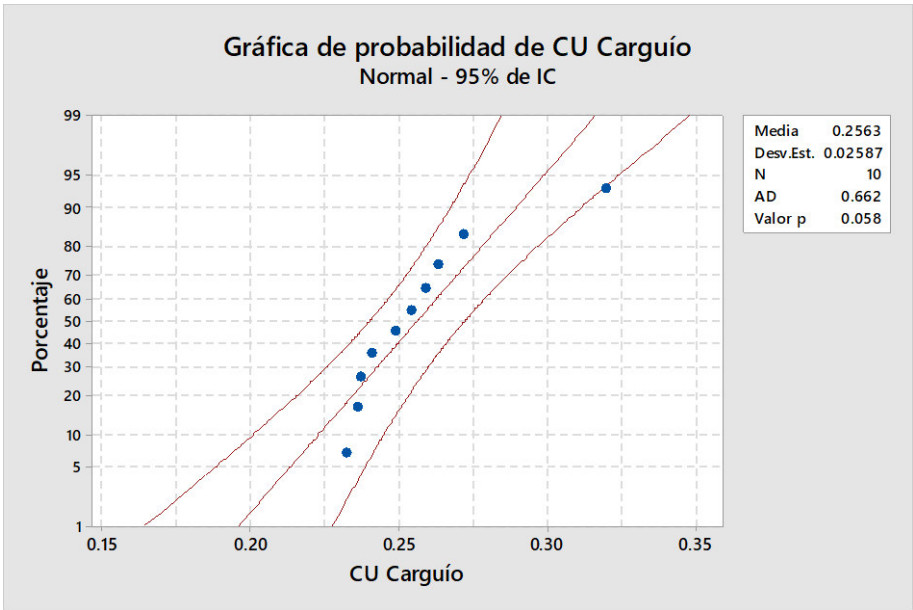


Anexo 12. Análisis de Normalidad Post-Implementación

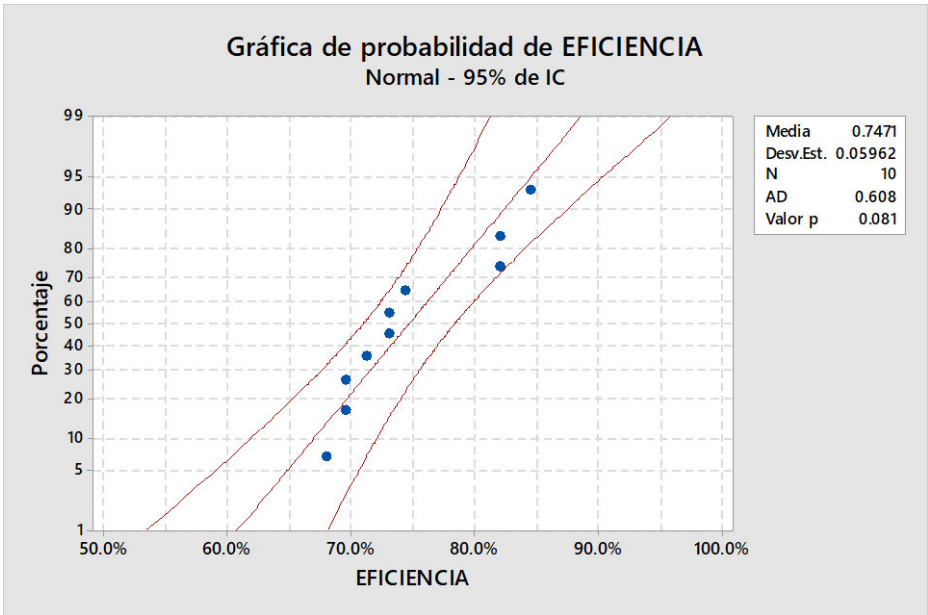
Eficiencia De Carguío 2017



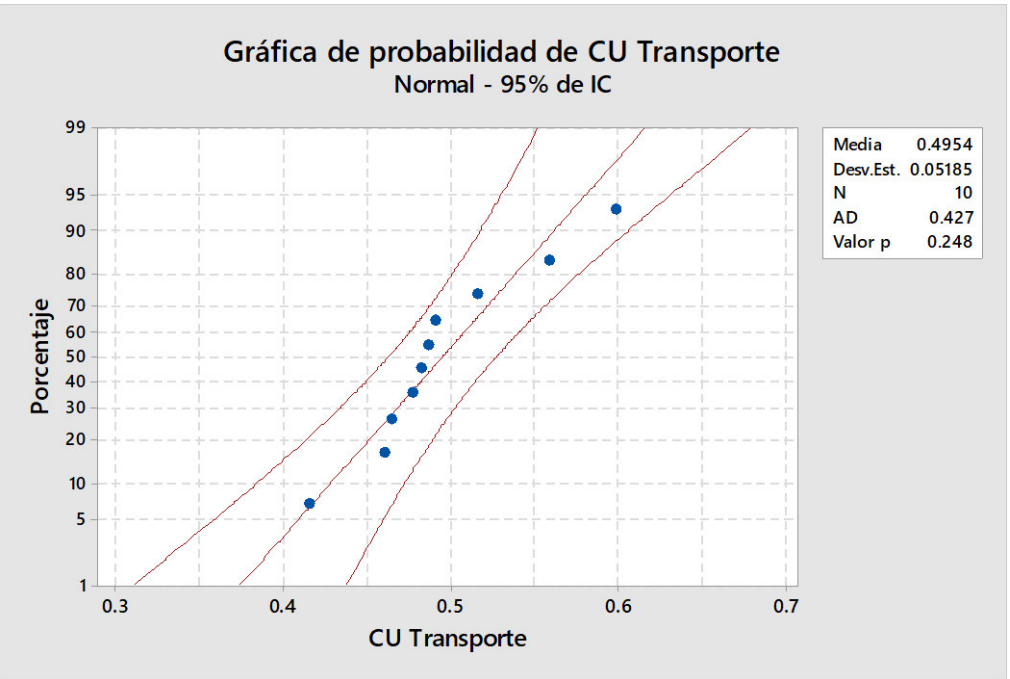
Costo Unitario De Producción De Carguío 2017



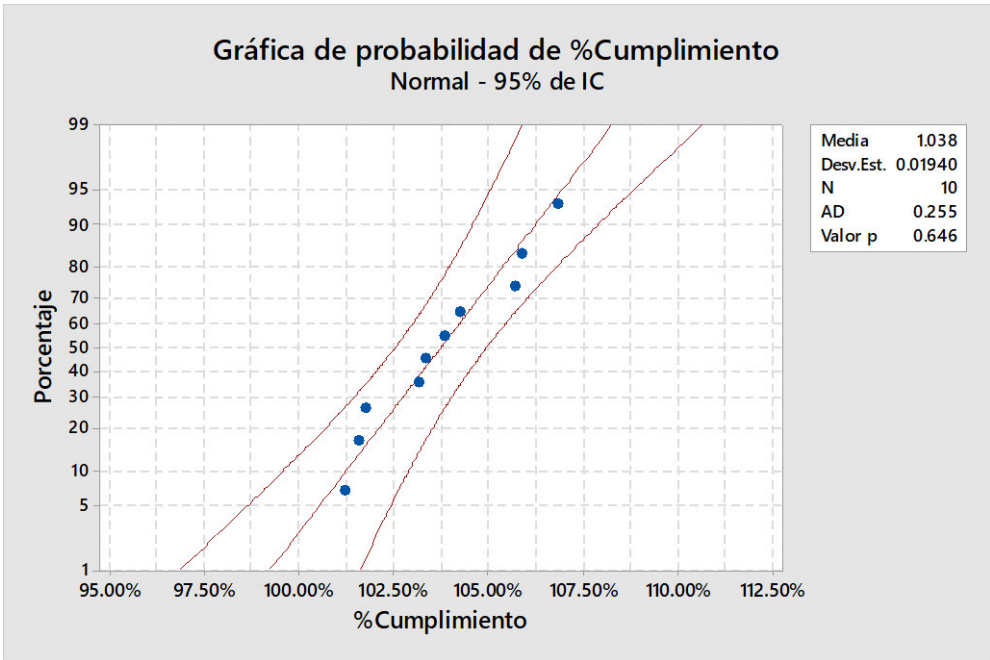
Rendimiento De Carguío 2017



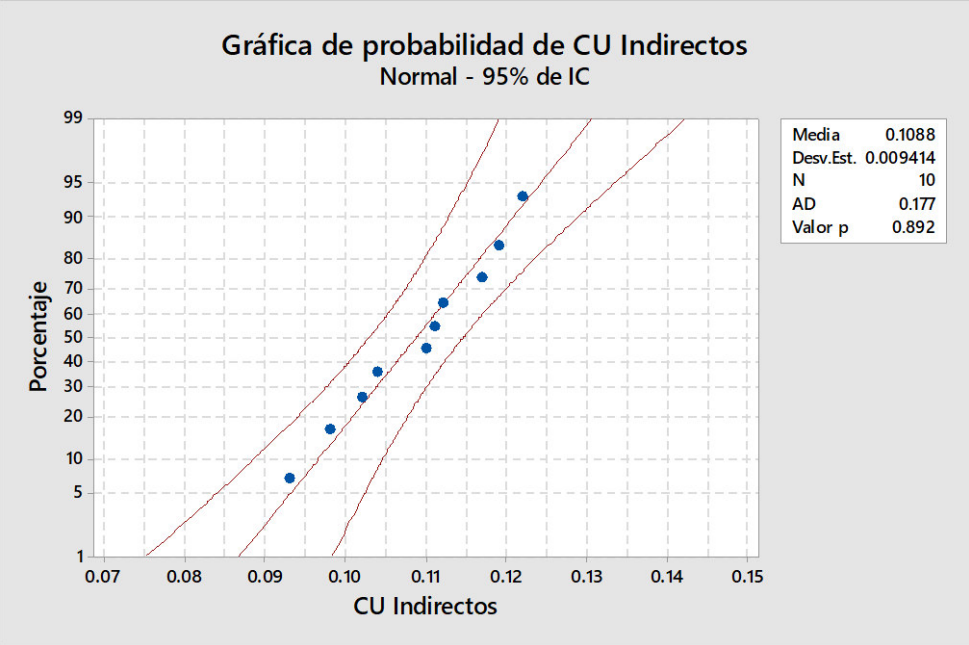
Costo Unitario De Producción De Transporte 2017



Cumplimiento Al Plan De Producción 2017



Costo De Producción Indirecto 2017



Anexo 13. Reporte del Sistema de Control de Indicadores

REPORTE DIARIO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN POR HORA CM-29610-RDPA-PRD-020

FECHA:
JEFE DE GUARDIA DIA:
FE DE GUARDIA NOCHE:

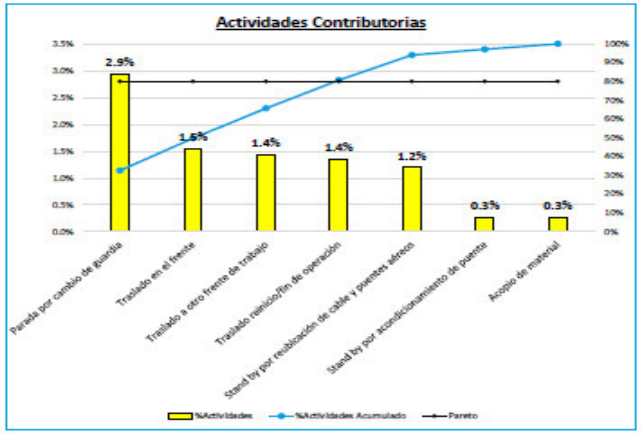
PRODUCCIÓN DIARIA		
TURNO	TM	VIAJES
DIA	97,205	730
NOCHE	101,509	763
TOTAL	198,714	1,493

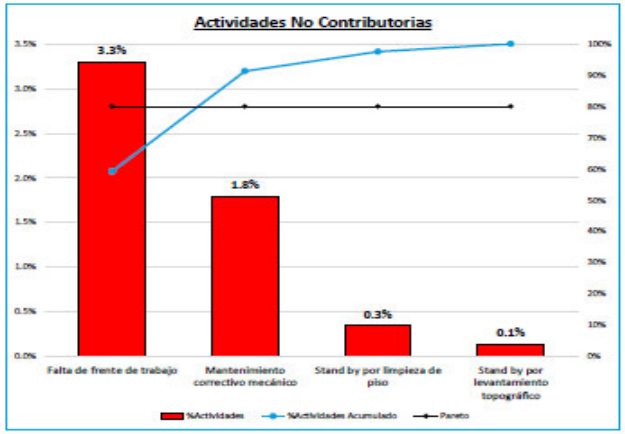
TOTAL	PAL-01	PAL-02	PAL-03	PAL-04	TOTAL
PRODUCCIÓN	50,341	32,383	70,131	45,859	198,714
N° DE VIAJES	372	248	532	341	1,493
TONELADAS/VIAJE	135	131	132	134	532
H. MAQUINA DIA	10.6	9.3	10.5	9.8	40
H. MAQUINA NOCHE	10.8	10.6	10.5	7.6	40
HORAS MAQUINA	21.4	20.0	21.0	17.4	80
H. EFECTIVAS DIA	10.4	7.2	10.1	9.4	37
H.EFECTIVA NOCHE	10.5	9.4	10.4	7.2	38
HORAS EFECTIVAS	20.9	16.7	20.5	16.6	75
RENDIMIENTO BRUTO	2,358	1,621	3,342	2,633	2,492
RENDIMIENTO NETO (	2,411	1,945	3,421	2,771	2,664
%DISPONIBILIDAD ME	100%	93%	100%	100%	98%
%UTILIZACIÓN	89%	90%	87%	73%	86%
%EFICIENCIA	98%	83%	98%	86%	94%

1. INFORMACIÓN DEL DÍA

EQUIPO	PAL-01			PAL-02			PAL-03			PAL-04			TOTAL NUMERO DE VIAJES	TOTAL TM	COMENTARIOS
GUARDIA DÍA	07:24 - 18:50			07:26 - 18:51			07:20 - 18:46			07:20 - 18:47					
OPERADOR DIA	CERVANTES ESPINO, YONY			MEDINA MONTOYA, EDWIN RICARDO			RODRIGUEZ HURTADO, ALVARO RAMOS			GALARRETA MUÑOZ, EDGAR ALEJANDRO					
GUARDIA NOCHE	19:20 - 06:57			19:26 - 06:53			19:19 - 02:30			19:20 - 06:52					
OPERADOR NOCHE	LUJAN USCATA, HANNER JHONATAN			PERALTA GIMA, DANTE MANUEL			BERNA ROCILLO, HECTOR			CORDOVA TICLIAHUANCA, ELISEO					
HORA	Tn	Viajes	Nº Cam.	Tn	Viajes	Nº Cam.	Tn	Viajes	Nº Cam.	Tn	Viajes	Nº Cam.			
7 - 8	1,494	11	3	1,031	8	4	2,054	15	4	1,951	15	4	49	6,530	La PAL-02 minó el remanente del nivel 755 desde inicio de guardia hasta las 15:40, luego realizó su traslado al nivel 740 donde inició a minar a las 17:20.
8 - 9	2,117	16	3	1,771	13	4	3,635	27	4	2,965	22	4	78	10,488	
9 - 10	2,501	19	3	1,530	12	4	3,517	26	4	2,695	21	4	78	10,243	
10 - 11	2,382	18	3	141	1	1	3,193	24	4	1,444	11	3	54	7,160	
11 - 12	2,449	19	3	1,697	13	4	3,309	25	4	1,634	12	3	69	9,089	
12 - 13	2,665	20	3	1,861	14	4	-	-	-	-	-	-	34	4,526	
13 - 14	1,201	9	3	671	5	4	2,523	19	4	2,210	16	3	49	6,605	
14 - 15	812	6	3	670	5	4	3,511	26	4	2,548	19	3	56	7,541	
15 - 16	2,468	19	3	1,347	10	4	3,191	24	4	2,535	19	4	72	9,541	
16 - 17	2,558	19	4	-	-	-	3,417	26	4	2,710	20	3	65	8,685	
17 - 18	2,451	18	3	512	4	3	3,386	25	4	2,491	19	3	66	8,840	
18 - 19	1,920	14	3	1,622	13	3	2,190	16	4	2,225	17	3	60	7,957	
19 - 20	1,792	13	3	1,067	8	5	2,567	19	4	1,854	14	3	54	7,280	La PAL-02 se encuentra minando remanentes del nivel 740.(rampa de acceso al nivel 755)
20 - 21	2,234	16	3	1,985	15	5	3,667	28	4	2,856	21	3	80	10,742	
21 - 22	2,470	18	3	953	8	4	3,477	27	4	2,592	19	3	72	9,492	
22 - 23	2,296	17	3	2,294	17	4	3,532	27	4	3,086	22	3	83	11,208	
23 - 24	2,501	18	3	2,227	17	5	3,467	27	4	2,842	21	3	83	11,037	
24 - 1	2,780	20	3	1,388	11	4	3,280	26	4	2,806	21	3	78	10,254	
1 - 2	2,361	17	3	1,973	15	5	3,285	26	4	2,807	20	3	78	10,426	
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,608	12	3	12	1,608	La PAL-04 culminó de minar la banqueta del nivel 746 a las 03:50, quedando en stand by por restricción de traslado de equipo en turno noche.
3 - 4	1,945	14	3	1,781	14	5	2,784	21	4	-	-	-	49	6,510	
4 - 5	2,467	18	3	2,371	18	5	3,531	28	4	-	-	-	64	8,369	
5 - 6	2,311	17	3	2,091	16	5	3,622	28	4	-	-	-	61	8,024	
6 - 7	2,166	16	3	1,400	11	5	2,993	22	4	-	-	-	49	6,559	
TOTAL DIA	25,018	188	3	12,853	96	3	33,926	253	4	25,406	191	3	730	97,205	
TOTAL NOCHE	25,323	184	3	19,530	150	4	36,205	279	4	20,451	150	3	763	101,509	
TONELADAS TOTALES	50,341	372	3	32,383	248	4	70,131	532	4	45,859	341	3	1,493	198,714	

2. PRODUCTIVIDAD DE PALAS





2. RENDIMIENTOS NETOS POR EQUIPO DE CARGUÍO